

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Деловой иностранный язык»**

**Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа – «Химическая технология  
высокотемпературных функциональных материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена:

Зав. кафедрой иностранных языков, к.филол.н, к.э.н., доцентом Кузнецовым И.А.,  
Профессором, д.п.н., к.х.н. Кузнецовой Т.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры иностранных языков  
«30» июня 2025 г., протокол № 10.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Иностранных языков** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Деловой иностранный язык»** относится к обязательной части блока 1 дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области иностранного языка и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Иностранный язык» уровень бакалавриата.

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык как в профессиональной деятельности в сфере делового общения, так и для целей самообразования, а также выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

### **Задачи дисциплины:**

- формирование навыков профессионально-ориентированного и делового общения на иностранном языке в виде письменной и устной речи путем создания у магистров пассивного и активного запаса лексики, в том числе деловой, общенаучной и специальной терминологии, необходимой для работы над типовыми текстами, ознакомления с грамматическими структурами, типичными для стиля деловой речи;

- формирование базовых навыков перевода, на основе рекомендованных в программе учебников и учебных пособий по иностранным языкам для химических вузов.

Дисциплина **«Деловой иностранный язык»** преподается в 1 семестре (очная форма обучения). Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Наименование категории (группы) УК | Код и наименование УК                                                                                                                                            | Код и наименование индикатора достижения УК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Коммуникации                       | УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия | <p>УК-4.1 Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения;</p> <p>УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;</p> <p>УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.);</p> <p>УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях.</p> |



В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;
- русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;
- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;
- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;
- приемы работы с оригинальной литературой по специальности.

*Уметь:*

- вести деловую переписку на изучаемом языке;
- работать с оригинальной литературой по специальности;
- работать со словарем;
- вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации.

*Владеть:*

- иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;
- формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |              |              |
|------------------------------------------------|------------------|--------------|--------------|
|                                                | ЗЕ               | Акад. ч.     | Астр. ч.     |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>3,0</b>       | <b>108,0</b> | <b>81,0</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,9</b>       | <b>34,0</b>  | <b>25,5</b>  |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,9              | 34,0         | 25,5         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,4</b>       | <b>47,0</b>  | <b>35,25</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,4              | 0,0          | 0,0          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 47,0         | 35,25        |
| <b>Виды контроля:</b>                          |                  |              |              |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>0,7</b>       | <b>27,0</b>  | <b>20,25</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 0,7              | 0,2          | 0,15         |
| Подготовка к экзамену                          |                  | 26,8         | 20,1         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Экзамен</b>   |              |              |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

**Очная форма обучения**

| №<br>п/п  | Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                                   | Академ. Часов |             |               |                     |                     |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------|---------------------|
|           |                                                                                                                                                                                                                     | Всего         | Лек-<br>ции | Прак.<br>зан. | Лаб.<br>рабо-<br>ты | Сам.<br>рабо-<br>та |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.</b>                                                                                                                                      | <b>27</b>     | <b>-</b>    | <b>12</b>     | <b>-</b>            | <b>15</b>           |
| 1.1       | Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге. (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)                                                              | 6             | -           | 2             | -                   | 4                   |
| 1.2       | Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.                                     | 8             | -           | 4             | -                   | 4                   |
| 1.3       | Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.                                                                                         | 6             | -           | 2             | -                   | 4                   |
| 1.4       | Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия). | 7             | -           | 4             | -                   | 3                   |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес-литературы.</b>                                                                                                                                       | <b>28</b>     | <b>-</b>    | <b>12</b>     | <b>-</b>            | <b>16</b>           |
| 2.1       | Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.                                                                                                                    | 6             | -           | 2             | -                   | 4                   |
| 2.2       | Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.                                                                                                 | 8             | -           | 4             | -                   | 4                   |
| 2.3       | Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).                                     | 6             | -           | 2             | -                   | 4                   |

|           |                                                                                                                                                                                                                                        |            |          |           |          |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|-----------|----------|-----------|
| 2.4       | Изучающее чтение текстов в сфере делового общения. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.                                                                                     | 8          | -        | 4         |          | 4         |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения</b>                                                                                                                                                                | <b>26</b>  | <b>-</b> | <b>10</b> | <b>-</b> | <b>16</b> |
| 3.1       | Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.                                                                           | 6          | -        | 2         | -        | 4         |
| 3.2       | Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.                                                                                                                                    | 8          | -        | 4         | -        | 4         |
| 3.3       | Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения. | 6          | -        | 2         | -        | 4         |
| 3.4       | Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».                                                                        | 6          | -        | 2         | -        | 4         |
|           | <b>Экзамен</b>                                                                                                                                                                                                                         | <b>27</b>  |          |           |          |           |
|           | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                                                                                                           | <b>108</b> | <b>-</b> | <b>34</b> | <b>-</b> | <b>47</b> |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.**

- 1.1 Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)
- 1.2 Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.
- 1.3 Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.
- 1.4 Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

### **Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес-литературы.**

- 2.1 Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.
- 2.2 Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.
- 2.3 Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).
- 2.4 Изучающее чтение текстов в сфере делового общения. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.

### **Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения.**

- 3.1 Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.
- 3.2 Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.
- 3.3 Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.
- 3.4 Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                                                                                                                                  | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                    | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                                    | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                    |             |             |             |
| 1                                                                                                                                  | –                                                                                                                                                                | основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;                                                                                                           |             | +           |             |
| 2                                                                                                                                  | –                                                                                                                                                                | русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;                                                                                                                               | +           | +           | +           |
| 3                                                                                                                                  | –                                                                                                                                                                | основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности;                                                                                                                | +           | +           | +           |
| 4                                                                                                                                  | –                                                                                                                                                                | пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;                                                                    | +           |             | +           |
| 5                                                                                                                                  | –                                                                                                                                                                | приемы работы с оригинальной литературой по специальности                                                                                                                                          |             | +           | +           |
|                                                                                                                                    | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                    |             |             |             |
| 6                                                                                                                                  | –                                                                                                                                                                | вести деловую переписку на изучаемом языке;                                                                                                                                                        | +           | +           | +           |
| 7                                                                                                                                  | –                                                                                                                                                                | работать с оригинальной литературой по специальности;                                                                                                                                              | +           | +           | +           |
| 8                                                                                                                                  | –                                                                                                                                                                | работать со словарем;                                                                                                                                                                              | +           | +           | +           |
| 9                                                                                                                                  | –                                                                                                                                                                | вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации                                                                                                           |             |             | +           |
|                                                                                                                                    | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                    |             |             |             |
| 10                                                                                                                                 | –                                                                                                                                                                | иностранном языке на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи; | +           | +           |             |
| 11                                                                                                                                 | –                                                                                                                                                                | формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;                                                                                                 |             | +           | +           |
| 12                                                                                                                                 | –                                                                                                                                                                | основной иноязычной терминологией специальности;                                                                                                                                                   | +           | +           |             |
| 13                                                                                                                                 | –                                                                                                                                                                | основами реферирования и аннотирования литературы по специальности                                                                                                                                 |             |             | +           |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</u> : |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                    |             |             |             |
|                                                                                                                                    | <b>Код и наименование УК</b>                                                                                                                                     | <b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>                                                                                                                                                 |             |             |             |
| 14                                                                                                                                 | УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия | – УК-4.1 Знает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стили делового общения;                                                                                           | +           | +           | +           |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  | – УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;                                                             | +           | +           | +           |

|  |  |                                                                                                                                                                    |   |   |   |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
|  |  | – УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.); | + | + | + |
|  |  | – УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях.                                     | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

##### Очная форма обучения

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий                                                                                                                                                                                                                         | Часы |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.    | Раздел 1             | Практическое занятие 1. Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге. (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)                                                                                  | 2    |
| 2.    | Раздел 1             | Практическое занятие 2. Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.                                                         | 4    |
| 3.    | Раздел 1             | Практическое занятие 3. Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.                                                                                                             | 2    |
| 4.    | Раздел 1             | Практическое занятие 4. Практика устной речи по теме. «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).                    | 4    |
| 5.    | Раздел 2             | Практическое занятие 5. Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.                                                                                                                                        | 2    |
| 6.    | Раздел 2             | Практическое занятие 6. Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.                                                                                                                     | 4    |
| 7.    | Раздел 2             | Практическое занятие 7. Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).                                                         | 2    |
| 8.    | Раздел 2             | Практическое занятие 8. Изучающее чтение текстов в сфере делового общения. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.                                                                                      | 4    |
| 9.    | Раздел 3             | Практическое занятие 9. Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.                                                                            | 2    |
| 10.   | Раздел 3             | Практическое занятие 10. Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.                                                                                                                                    | 4    |
| 11.   | Раздел 3             | Практическое занятие 11. Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения. | 2    |



|     |          |                                                                                                                                                                                          |   |
|-----|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 12. | Раздел 3 | Практическое занятие 12. Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии». | 2 |
|-----|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- выполнение упражнений и тестовых заданий по тематике дисциплины;
- самостоятельную проработку теоретического материала по темам занятий;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу практического курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (1 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и оценки за *экзамен* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Тематика рефератов не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольную работу 1 составляет: 20 баллов; за контрольную работу 2 – 20 баллов; за контрольную работу 3 – 20 баллов (1 семестр).

#### Раздел 1. Контрольная работа № 1.

#### Примеры заданий к контрольной работе № 1.

Контрольная работа содержит 3 задания:

**1 задание: перевод текста с листа – 10 баллов,**

**2 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,**

**3 задание: письменный перевод предложений на видовременные формы английского глагола – 5 баллов,**

**оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 5 баллов.**

**1.** Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в действительном залоге.

### **Water purification**

Water purification is the removal of contaminants from raw water to produce drinking water that is pure enough for human consumption or for industrial use. Substances that are removed during the process include parasites, bacteria, algae, viruses, fungi, minerals (including toxic metals such as Lead, Copper etc.), and man-made chemical pollutants. Many contaminants can be dangerous—but depending on the quality standards, others are removed to improve the water's smell, taste, and appearance. A small amount of disinfectant is usually intentionally left in the water at the end of the treatment process to reduce the risk of re-contamination in the distribution system. Many environmental and cost considerations affect the location and design of water purification plants. There are a number of methods commonly used to purify water. Their effectiveness is linked to the type of contaminant being treated and the type of application the water will be used for.

Filtration: This process can take the form of any of the following:

- Coarse filtration: Also called particle filtration, it can utilize anything from a 1 mm sand filter, to a filter.
- Micro filtration: Uses 1 to 0.1 micron devices to filter out bacteria. A typical implementation of this technique can be found in the brewing process.
- Ultra filtration: Removes pyroxenes, DNA and RNA fragments.
- Reverse osmosis: Often referred to as RO, reverse osmosis is the most refined degree of liquid filtration. Instead of a filter, it uses a porous material acting as a unidirectional sieve that can separate molecular-sized particles.

Distillation: Oldest method of purification. Inexpensive but cannot be used for an on-demand process. Water must be distilled and then stored for later use, making it again prone to contamination if not stored properly. Activated carbon adsorption: Operates like a magnet on chlorine and organic compounds. Ultraviolet radiation: At a certain wavelength, this might cause bacteria to be sterilized and other micro organics to be broken down. Deionization: Also known as ion exchange, it is used for producing purified water on-demand, by passing water through resin beds. Negatively charged (anionic) resin removes positive ions, while positively charged one (cationic) removes negative ions. Continuous monitoring and maintenance of the cartridges can produce the purest water.

**2.Контроль лексики – 50 лексических единиц.**

**3. Перевод предложений на пройденный лексико-грамматический материал**

The students were writing down all the data during the experiment.

The researchers will complete the experimental part of their investigation in a week.

They had already completed the experiment when he came.

This technician will have installed the new equipment in our lab by the beginning of the new year.

The production of zinc occurred much later than that of the other common metals.

A number of scientists have confirmed this suggestion.

That matter may exist in three physical states (solid, liquid and gas) is common knowledge.

According to the wave theory, light consists of rapid vibrations.

In the course of his investigations of the solar spectrum, Kirchhoff obtained a number of fundamental results.

In 1911, Ernest Rutherford put forward a model of the atom according to which the atom consists of a small, heavy, charged central nucleus surrounded by a charge distribution of the opposite sign.

## **Раздел 2. Контрольная работа № 2.**

### **Примеры заданий к контрольной работе № 2.**

#### **Контрольная работа содержит 5 заданий:**

**1 задание: Устный перевод текста – 10 баллов,**

**2 задание: Письменный перевод 10 предложений (без словаря) – 5 баллов,**

**3 задание: Контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов.**

Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в страдательном залоге и на инфинитивные конструкции.

Solid wastes are generally composed of non-biodegradable and non-compostable biodegradable materials. The latter refer to solid wastes whose biodeterioration is not complete; in the sense that the enzymes of microbial communities that feed on its residues cannot cause its disappearance or conversion into another compound. Parts of liquid waste materials are also considered as solid wastes, where the dredging of liquid wastes will leave solid sedimentation, to which proper waste management techniques should also be applied. Solid waste pollution is when the environment is filled with non-biodegradable and non-compostable biodegradable wastes that are capable of emitting greenhouse gases, toxic fumes, and particulate matters as they accumulate in open landfills. These wastes are also capable of leaching organic or chemical compositions to contaminate the ground where such wastes lay in accumulation. Solid wastes carelessly thrown in streets, highways, and alleyways can cause pollution when they are carried off by rainwater run-offs or by flood water to the main streams, as these contaminating residues will reach larger bodies of water.

2. Письменно переведите предложения (без словаря):

The engine to be installed in this car is very powerful.

Most scientists expect major development in the nearest future to take place in biology.

One will naturally think such course of events to be disastrous not only for science but for future of mankind.

He is not only critical of the work of others, but also of his own, since he knows the man to be the least reliable of scientific instruments.

The theory suggested by Dr. McCarty is reported to fit the experimental data.

For any natural physical state to change, some changes of the condition acting upon this state must occur.

We know acids and bases to be extremely useful substance.

In this experiment scientists seemed to have included some new compounds.

To understand the nature of this phenomenon was very difficult.

The purpose of this experiment is to find a solvent for this mixture.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

## **Контрольная работа №3. Примеры заданий к контрольной работе №3.**

### **Контрольная работа №3 содержит 3 задания:**

**1 задание: перевод статьи и составление к ней аннотации – 10 баллов,**

**2 задание: письменный перевод предложений, содержащих пройденные грамматические конструкции – 5 баллов,**

**3 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,**

1. Переведите статью и составьте к ней аннотацию:

#### **What Are the Causes of Solid Waste Pollution?**

Causes of solid waste pollution are pollutants from households, industrial units, manufacturing units, commercial establishments, landfills, hospitals and medical clinics. The

pollutants from these places may be in the form of non-biodegradable matter or non-compostable degradable matter.

Trash collected from households often takes the form of plastic bags and organic waste. Solid feces flowing out of homes and into sewers pollute underground water. Commercial establishments also pile up a lot of such waste matter. Industrial units involved in manufacturing produce toxic solid waste, such as slag, from the industrial process of obtaining metals from their ores.

Hospitals and clinics also produce waste in the form of disposable syringes, used test tubes, plastic bags used for collecting blood, cotton swabs and used bandages. Such solid waste needs careful handling and disposal. The soil becomes polluted with dangerous medical waste when such matter is disposed of directly into landfills.

Solid waste is usually dumped in landfills. Landfills are large pits in the ground that act as garbage disposal places. The biodegradable matter in landfills becomes a part of the soil gradually. The toxic non-biodegradable and non-compostable matter poses a health hazard as it does not decompose but mixes with the soil and the underground water.

Industrial incinerators are used to burn trash on a large scale. They cause pollution by emitting greenhouse gases while burning solid waste.

Recycling reduces pollution by cutting down on the amount of waste that sits in landfills and clutter that dirties streets, parks, roadsides, rivers and lakes. Solid waste material that ends up in landfills causes air pollution in the form of methane gas emissions. Recycling more waste reduces the amount of methane that escapes into the air. Recycling also reducing the production of virgin resources which process contributes to pollution.

When products such as glass, paper, plastic, wood and metals are thrown away and left to rot in a landfill, their presence leads to increased pollution. Likewise, trash that is thrown on the ground by pedestrians and motorists increases pollution. That debris scatters about and becomes an eyesore and environmental hazard.

Reclaiming city streets, parks, highways and waterways from the pollution created by trash and debris is a major priority for most cities across the United States. Pollution must constantly be monitored so that it does not get out of control and become overly destructive to the environment. When people are careless with trash, their behavior can ruin land and important waterways.

In a world that is increasingly crowded, recycling is crucial in order to prevent the further sprawl of toxic landfills that threaten the delicate balance of the ecosystem. Support the planet by separating recyclable materials into bins or taking materials to recycling centers.

2. Письменно переведите предложения (без словаря)

1. The phlogiston theory is a theory that postulated that a fire-like element called phlogiston is contained within combustible bodies and released during combustion.

2. The theory attempted to explain burning processes such as combustion and rusting, which are now collectively known as oxidation.

3. The theory of phlogiston was suggested by the German Georg Ernst Stahl in the early 18th century

4. Phlogiston remained the dominant theory until the 1780s when Lavoisier showed that combustion requires a gas that has mass (oxygen) and could be measured by means of weighing closed vessels

5. The development of the electrochemical theory of chemical combinations occurred in the early 19th century as the result of the work of two scientists in particular.

6. Davy discovered nine new elements including the alkali metals by extracting them from their oxides with electric current.

7. The current model of atomic structure is the quantum mechanical model.

8. Traditional chemistry starts with the study of elementary particles, atoms, molecules, substances, metals, crystals and etc.

9. This matter can be studied in solid, liquid, or gas states, in isolation or in combination.

10. The interactions, reactions and transformations that are studied in chemistry are usually the result of interactions between atoms, leading to rearrangements of the chemical bonds which hold atoms together.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).**

Билет для *экзамена* включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

*Примерный перечень вопросов:*

1. Лексическая система языка.
2. Слово как важнейшая, относительно самостоятельная единица языка. Слово и его дефиниции. Обобщающая функция слова.
3. Лексическое значение слова. О понятии «лексика».
4. Науки, изучающие лексику (лексикология, семасиология, лексикография, фразеология, этимология и др.).
5. Пути пополнения лексики: развитие полисемии, заимствования, в том числе калькирование, словообразование.
6. Историческое изменение словарного состава языка. Этимология. Фразеология.
7. Лексикография. Основные типы лингвистических словарей.
8. Строение словарной статьи толкового и двуязычного словаря. Содержание словарной статьи.
9. Грамматический строй языка.
10. Основные единицы грамматического строя языка. Структура слова и словообразование.
11. Грамматическое значение и его формальные показатели.
12. Полифункциональность грамматических форм и взаимодействие грамматики с лексикой. Способы и средства выражения грамматических значений.
13. Грамматическая категория. Словоизменительные и несловоизменительные категории.
14. Классификации языков.
15. Принципы классификации языков: географический, культурно-исторический, этногенетический, типологический и др.
16. Индоевропейская языковая семья, её основные группы. Языки мёртвые и живые.
17. Праязык-основа. О прародине индоевропейского языка-основы.
18. Взаимодействие лингвистики с археологией, историей, этнографией и другими науками.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### **8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр)**

*Экзамен* по дисциплине «*Деловой иностранный язык*» проводится в 1 семестре (очная форма обучения) и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 учебной программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

|                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Заведующая кафедрой<br/>иностранного языка<br/>(Должность, наименование кафедры)</p> <p>Кузнецова Т.И.<br/>(Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 202_ г.</p>                              | Министерство науки и высшего образования РФ                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                    | Российский химико-технологический университет<br>имени Д.И. Менделеева                                               |
|                                                                                                                                                                                                                    | Кафедра иностранных языков                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                    | 18.04.01 Химическая технология<br>Профиль – «Химическая технология<br>высокотемпературных функциональных материалов» |
|                                                                                                                                                                                                                    | Деловой иностранный язык                                                                                             |
| <p>Билет № 1</p> <p>1. Письменный перевод текста с английского языка на русский.</p> <p>2. Устный перевод отрывка текста (с листа).</p> <p>3. Сообщение и беседа по одной из пройденных тем Ответы на вопросы.</p> |                                                                                                                      |

1. Вопрос. Выполните письменный перевод текста с английского языка на русский (со словарем).

The term ecology is sometimes confused with the term environmentalism. Environmentalism is a social movement aimed at the goal of protecting natural resources or the environment, and which may involve political lobbying, activism, education, and so forth. Ecology is the science that studies living organisms and their interactions with the environment. As such, ecology involves scientific methodology and does not dictate what is "right" or "wrong." However, findings in ecology may be used to support or counter various goals, assertions, or actions of environmentalists.

Consider the ways an ecologist might approach studying the life of honeybees:

- The behavioural relationship between individuals of a species is behavioural ecology—for example, the study of the queen bee, and how she relates to the worker bees and the drones.
- The organized activity of a species is community ecology; for example, the activity of bees assures the pollination of flowering plants. Bee hives additionally produce honey, which is consumed by still other species, such as bears.
- The relationship between the environment and a species is environmental ecology—for example, the consequences of environmental change on bee activity. Bees may die out due to environmental changes. The environment simultaneously affects and is a consequence of this activity and is thus intertwined with the survival of the species.

2. Вопрос. Выполните устный перевод отрывка текста (с листа).

Hydroxide

Hydroxide is a chemical compound that contains the hydroxyl (-OH) radical. The term refers especially to inorganic compounds. Organic compounds that have the hydroxyl radical as a functional group are called alcohols; the hydroxyl radical is also present in the carboxyl group of organic acids. Most metal hydroxides are bases, forming solutions that have an excess of OH<sup>-</sup> ions and a pH greater than 7, they neutralize acids, and change the colour of litmus from red to blue. Alkali metal hydroxides such as sodium hydroxide are considered to be strong bases and are very soluble in water; alkaline-earth metal hydroxides such as calcium hydroxide are much less soluble in water and are not as strongly basic. Magnesium hydroxide is only slightly basic. Some hydroxides (e.g., aluminium hydroxide) exhibit amphotericism<sup>1</sup>, having either acidic or basic properties depending on the reaction in which they are involved. The hydroxides of some non-metallic elements are acidic; the hydroxide of sulphur, S(OH)<sub>6</sub>, spontaneously loses two molecules of water to form sulphuric acid, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ammonium hydroxide, NH<sub>4</sub>OH, is a weak base known only in the solution that is formed when the gas ammonia, NH<sub>3</sub>, dissolves in water.

3. Вопрос: Беседа по теме: Mendeleev University.
1. Speak about the foundation and structure of the university.
2. What kind of subjects do you study?

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Английский язык для химиков – технологов: учебно-методический комплекс в 2 ч.: учеб. пособие/. Кузнецова Т. И. Воловикова Е. В. Кузнецов И. А.; под ред. Т. И. Кузнецовой – М.: М. РХТУ, 2021 г. - 412 с.
2. Кузнецов, И. А., Кузнецова, Т. И., Дистанционный образовательный электронный курс «Английский язык для профессиональной коммуникации» размещённый в ЭСУО Moodle [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Кузнецов, Т. И. Кузнецова — Электрон. дан. — Москва: РХТУ, 2018.
3. Кузьменкова, Ю. Б. Английский язык для технических направлений (А1): учебное пособие для вузов / Ю. Б. Кузьменкова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11608-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495261> (дата обращения: 08.02.2024).
4. Беляева, И. В. Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации: комплексные учебные задания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. В. Беляева, Е. Ю. Нестеренко, Т.И. Сорогина. — Электрон. дан. — Москва: ФЛИНТА, 2017. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92749>.
5. Английский язык для естественно-научных направлений: учебник и практикум для вузов / Л. В. Полубиченко, Е. Э. Кожарская, Н. Л. Моргун, Л. Н. Шевырдяева; под редакцией Л. В. Полубиченко. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15168-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489569> (дата обращения: 08.02.2024).

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Англо-русский словарь химико-технологических терминов / Е. С. Бушмелева, Л. К. Генг, А. А. Карпова, Т. П. Рассказова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 132 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08001-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493385> (дата обращения: 08.02.2024).
2. Стогниева, О. Н. Английский язык для ИТ-направлений. English for Information Technology: учебное пособие для вузов / О. Н. Стогниева. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07849-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492791> (дата обращения: 08.02.2024).
3. Краснова, Т. И. Английский язык для специалистов в области интернет-технологий. English for Internet Technologies: учебное пособие для вузов / Т. И. Краснова, В. Н. Вичугов. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 205 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8573-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490272> (дата обращения: 08.02.2024).

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
  - Презентации к лекциям.
- Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.openet.ru> – Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ;
  - <http://window.edu.ru/> – Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;
  - <http://fepo.i-exam.ru> – ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС;
  - <https://muctr.ru> – Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Учебные планы и программы;
  - <http://www.translators-union.ru> – портал Союз переводчиков России (СПР);
  - <http://www.russian-translators.ru> – Национальная лига переводчиков;
  - <http://www.internationalwriters.com> – The Translator's Tool Box.
- Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:
- <http://doaj.org/> – Directory of Open Access Journals (DOAJ); ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира;
  - <https://www.doabooks.org/> – Directory of Open Access Books (DOAB); в базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами;
  - <https://www.biomedcentral.com/> – BioMed Central; база данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе;
  - <https://arxiv.org/> – электронный ресурс arXiv; крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев;
  - <http://www.mdpi.com/> – коллекция журналов MDPI AG; междисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе;
  - <http://www.intechopen.com/> – издательство с открытым доступом InTech; первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни;
  - <http://www.chemspider.com/> – база данных химических соединений ChemSpider; ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry);
  - <http://journals.plos.org/plosone/> – Коллекция журналов PLOS ONE; PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование;
  - <http://www.uspto.gov/> – US Patent and Trademark Office (USPTO); Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время;
  - <http://worldwide.espacenet.com/> – Espacenet - European Patent Office (EPO); Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.



– [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) – Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС).

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов -300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов 300).
- онлайн-курсы на портале [study.muctr.ru](http://study.muctr.ru) "Английский язык для профессиональной коммуникации" (<https://study.muctr.ru/course/view.php?id=220>), межфакультетский образовательный онлайн курс «Теория и практика перевода» (<https://study.muctr.ru/course/view.php?id=217>), аудиозаписи текстов, предусмотренных в программе для чтения и перевода в процессе обучения.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Иностранный язык*» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет. Компьютерный класс, оргтехника, теле-, аудио - и видеоаппаратура; мультимедийный проектор, широкоформатный экран.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам занятий.

### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

- информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам занятий;
- электронные презентации к разделам занятий; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде;
- кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

Электронные информационные ресурсы, доступные пользователям

РХТУ им. Д.И. Менделеева

в 2025 году (2 квартал)

Фонд ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

| №  | Электронный ресурс                                                                    | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей                                                               | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором                                                       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br><br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.                                                                |
| 2. | CAS SciFinder Discovery Platform                                                      | Принадлежность – сторонняя<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br><br>Информационное письмо РФФИ                                                                       | CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества. |

|    |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                         | <p>от 05.05.2025 г. № 327</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://scifinder-n.cas.org">https://scifinder-n.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3. | Wiley Journals Database | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 05.05.2025 г. № 326, 329</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://onlinelibrary.wiley.com">https://onlinelibrary.wiley.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely">https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely</a></p> | <p>John Wiley &amp; Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение.</p> <p><b>Глубина доступа:</b><br/>1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.);<br/>2025 г. (бессрочно)</p> |

|    |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | Questel. База данных Orbit Premium edition                           | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 25.04.2025 г. № 310</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.<br/>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.orbit.com">https://www.orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.</p> | Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала. |
| 5. | Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403</p> <p>С 01.11.2022.г. – бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://sk.sagepub.com/books/discipline">https://sk.sagepub.com/books/discipline</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>                                                                   | <p>eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний.</p> <p>Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|    |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. | World Scientific Publishing Co Pte Ltd.<br>База данных World Scientific Complete eJournal Collection | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883</p> <p>С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 г.<br/>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.worldscientific.com">https://www.worldscientific.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен</p> | <p>World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона, которые объединены в группу журналов Asian Studies.</p> <p>Глубина доступа: 2001-2025</p> |
| 7. | Электронные ресурсы Springer Nature                                                                  | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p>                                                                                                                   | <p>Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам:</p> <p>Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    |                                                                                                      | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan.</p> <p>Глубина доступа: 2007 - 2024 гг.</p>                                                                                                                                                                                                            |
|    |                                                                                                      | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине и фармакологии.</p> <p>Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.</p>                                                                                                                                                                                                                      |

|    |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                             | <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице <b>Remote Access</b> сайта издательства.</p>                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8. | Электронные ресурсы Springer Nature Physical Sciences & Engineering Package | <p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> | 1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе<br><a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>     |
|    |                                                                             | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a></p>                                                                                                                                                   | 2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: <a href="https://www.nature.co">https://www.nature.co</a> |
|    |                                                                             | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9. | Электронные ресурсы Springer Nature Social Sciences Package                 | <p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> | 1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>                       |
|    |                                                                             | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a></p>                                                                                                                                                   | 2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2034 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>                         |
|    |                                                                             | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице <b>Remote Access</b> сайта издательства.                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|     |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. | База данных 2021, 2023<br>eBook Collections<br>Springer Nature                                                                           | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 02.08.2022 г. № 1045<br/>Информационное письмо РФФИ<br/>от 29.12.2022 г. № 1947</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>О настройках удаленного доступа<br/>к ресурсам Springer Nature на<br/>странице Remote Access сайта<br/>издательства.</p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен.</p> | <p>Springer eBook Collections –<br/>полнотекстовая архивная<br/>коллекция электронных книг<br/>издательства Springer Nature на<br/>английском языке по различным<br/>отраслям знаний.</p> <p>Глубина доступа:</p> <p>2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.</p>                                                                                             |
| 11. | Электронные<br>ресурсы AIPP<br>Digital Archive<br>издательства<br>American Institute<br>of Physics<br>Publishing                         | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 29.12.2022 г. № 1945</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://scitation.org">https://scitation.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен</p>                                                                                                                                                                                                | <p>AIPP Journal Collection – база<br/>данных, содержащая архивную<br/>полнотекстовую коллекцию из 29<br/>журналов и сборников<br/>конференций издательства<br/>American Institute of Physics<br/>Publishing. в области прикладной<br/>физики и смежных областях<br/>знания.</p> <p>Глубина доступа: 1929-1998 гг.</p>                                 |
| 12. | Электронные<br>ресурсы AIPP E-<br>Book Collection I<br>+ Collection II<br>издательства<br>American Institute<br>of Physics<br>Publishing | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 31.10.2022 г. № 1404</p> <p>С 01.11.2022 г. – бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://scitation.org/ebooks">https://scitation.org/ebooks</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен</p>                                                                                                                                                                | <p>AIPP Ebook Collection I + AIPP<br/>Ebook Collection II –<br/>полнотекстовые коллекции книг<br/>издательства American Institute of<br/>Physics Publishing в области<br/>прикладной и химической<br/>физики, биологии, энергетики,<br/>оптики, фотоники,<br/>материаловедения и<br/>нанотехнологий и др.</p> <p>Глубина доступа: 2020 - 2022 гг.</p> |



|     |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13. | Bentham Science Publishers<br>База данных Journals | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 24.08.2022 г. № 1136</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://eurekaselect.com/bypublication">https://eurekaselect.com/bypublication</a></p> <p>С инструкцией по настройке<br/>удаленного доступа можно<br/>ознакомиться по <a href="#">ссылке</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен.</p> | <p>Bentham journal collection –<br/>полнотекстовая коллекция<br/>журналов издательства Bentham<br/>Science, которое публикует<br/>научные, технические и<br/>медицинские издания,<br/>охватывающие различные области<br/>от химии и химической<br/>технологии, инженерии,<br/>фармацевтических исследований<br/>и разработок, медицины до<br/>социальных наук.</p> <p>Глубина доступа:</p> <p>2000 - 2021 гг. (до 01.06.2025 г.);<br/>2022 - 2025 гг.</p>                            |
| 14. | Bentham Science Publishers<br>База данных eBooks   | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 08.09.2022 г. № 1217</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://eurekaselect.com/bybook">https://eurekaselect.com/bybook</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен.</p>                                                                                                                         | <p>Books – полнотекстовая<br/>коллекция электронных книг<br/>издательства Bentham Science<br/>Publishers, в которую включены<br/>издания по следующим областям<br/>науки: химия, физика,<br/>материаловедение, астрономия,<br/>оптика, фотоника, энергетика,<br/>инженерия, математика,<br/>статистика, информатика и<br/>вычислительная техника,<br/>медицина, фармакология,<br/>окружающая среда, бизнес,<br/>экономика, финансы и др.</p> <p>Глубина доступа: 2004 - 2022 гг.</p> |



|     |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. | EBSCO eBook         | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 28.04.2023 г. № 708</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&amp;sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis">https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&amp;sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.</p> | <p>EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языковедение и др.</p> <p>Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.</p> |
| 16. | Научные журналы РАН | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 29.10.2024 г. № 1080</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://journals.rcsi.science/">https://journals.rcsi.science/</a></p> <p>Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации</p>                                                                                                                                                                                                    | <p>Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности.</p> <p>Глубина доступа: 2023-2025</p> <p>Бессрочно</p>                                                                                                                                                                                                                |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

**Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:**

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>  
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>  
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/> База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>  
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.
4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>  
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
5. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>  
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
6. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
7. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. рецензирование.
8. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>  
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.
9. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>  
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)  
[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)  
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
  - Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
  - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
  - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
  - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня
11. The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий. Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org> Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>

12. Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.  
В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.  
Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>  
Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>
13. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин. Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа.  
Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>  
Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>
14. The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.  
Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.  
Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>  
Ссылка на раздел Open access: <https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>
15. Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.  
Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>  
Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>
16. Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.  
Ссылка на ресурс: <https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>  
Ссылка на раздел Open access: <https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| №<br>п/п | Наименование программного<br>продукта                                                             | Реквизиты<br>договора<br>поставки                   | Количество<br>лицензий                                                                                                 | Срок<br>окончания<br>действия<br>лицензии |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1.       | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                                                          | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10     | 20 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                                |
| 2.       | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                                     | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10     | 5 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                                |
| 3.       | Управление проектами Project expert tutorial                                                      | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10     | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                                |
| 4.       | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт<br>№28-<br>35ЭА/2020<br>от<br>26.05.2020   | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                                |
| 5.       | SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers                                  | Контракт<br>№ 90-<br>133ЭА/2021<br>от<br>07.09.2021 | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                                |
| 6.       | Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП | Контракт<br>№189-<br>240ЭА/2023<br>от<br>15.01.2024 | Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест | бессрочная                                |
| 7.       | Среда разработки Delphi                                                                           | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10     | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                                |
| 8.       | Среда разработки C++ Builder                                                                      | Контракт<br>№ 143-                                  | 1 лицензия для активации на                                                                                            | бессрочная                                |

|     |                                                                                                                |                                                 |                                               |            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|     |                                                                                                                | 164ЭА/2010<br>от 14.12.10                       | рабочих станциях                              |            |
| 9.  | Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 10. | Система проектирования СА ErWin Modeling Suite Bundle                                                          | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 11. | OriginPro 8.1 Department Wide License                                                                          | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 12. | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                                                   | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 13. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                                                      | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 14. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                                                    | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 15. | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                                                       | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 3 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 16. | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                             | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 17. | Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)               | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 18. | Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                 | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 19. | Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                      | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010                | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |

|     |                                                                                                                      |                                        |                                               |            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|     |                                                                                                                      | от 14.12.10                            |                                               |            |
| 20. | System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 21. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 22. | Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                             | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 23. | Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 24. | Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 25. | Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 26. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 27. | NI Circuit Design Suite                                                                                              | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 10 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 28. | Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL                  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 13 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 29. | Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens | Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022   | 13 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 30. | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                                                                 | Контракт № 62-                         | 24 лицензии для активации на                  | бессрочная |

|     |                                                                                                                                                                     |                                                     |                                                      |                                                                                                                    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                                                                                                     | 64ЭА/2013<br>от<br>02.12.2013                       | рабочих станциях                                     |                                                                                                                    |
| 31. | WINHOME 10 Russian OLV NL<br>Each AcademicEdition                                                                                                                   | Контракт<br>№ 28-<br>35ЭА/2020<br>от<br>26.05.2020  | 150 лицензий для<br>активации на<br>рабочих станциях | бессрочная                                                                                                         |
| 32. | Micosoft Office Standard 2013                                                                                                                                       | Контракт<br>№ 62-<br>64ЭА/2013<br>от<br>02.12.2013  | 24 лицензии для<br>активации на<br>рабочих станциях  | бессрочная                                                                                                         |
| 33. | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul> | Контракт<br>№175-<br>262ЭА/2019<br>от<br>30.12.2019 | 150 лицензий для<br>активации на<br>рабочих станциях | 12 месяцев<br>(ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода на<br>обновлённую<br>версию<br>продукта) |
| 34. | Kaspersky Endpoint Security для<br>бизнеса – Стандартный Russian<br>Edition                                                                                         | Договор №<br>99-155ЭА-<br>223/2024 от<br>25.11.2024 | -                                                    | 24 месяца<br>(продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода на<br>обновлённую<br>версию<br>продукта)               |
| 35. | iSpring Suite Max                                                                                                                                                   | Договор №<br>99-155ЭА-<br>223/2024 от<br>25.11.2024 | 1 лицензия для<br>активации на<br>рабочих станциях   | 02.12.2025                                                                                                         |
| 36. | iSpring Suite версия 11                                                                                                                                             | Договор №<br>99-155ЭА-<br>223/2024 от<br>25.11.2024 | 1 лицензия для<br>активации на<br>рабочих станциях   | 02.12.2025                                                                                                         |
| 37. | Планы Мини                                                                                                                                                          | Договор №<br>99-155ЭА-<br>223/2024 от<br>25.11.2024 | 1                                                    | 30.09.2025                                                                                                         |
| 38. | Astra Linux Special Edition для 64-х<br>разрядной платформы на базе<br>процессорной архитектуры x86-64                                                              | Контракт<br>№189-<br>240ЭА/2023                     | 60 лицензий для<br>активации на<br>рабочих станциях  | бессрочная                                                                                                         |

|     |                                                       |                                         |   |            |
|-----|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---|------------|
|     |                                                       | от<br>15.01.2024                        |   |            |
| 39. | COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)  | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023 | 1 | бессрочная |
| 40. | COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL) | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023 | 1 | бессрочная |
| 41. | Антиплагиат.ВУЗ 5.0                                   | Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025   | 1 | 19.05.2026 |



## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование модулей                                                                     | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Формы и методы контроля и оценки                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– русские эквиваленты основных слов и выражений деловой и профессиональной речи;</li> <li>– основные приемы и методы перевода, реферирования и аннотирования литературы по специальности;</li> <li>– пассивную и активную лексику, в том числе деловую, общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вести речевую деятельность применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации;</li> <li>– работать с оригинальной литературой по специальности;</li> <li>– работать со словарем.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации;</li> <li>– основной иноязычной терминологией специальности.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 1 (1 семестр)</p> |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Чтение, перевод и особенности специальной бизнес-литературы.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;</li> <li>– русские эквиваленты основных слов и выражений деловой и профессиональной речи;</li> <li>– основные приемы и методы перевода, реферирования и аннотирования литературы по специальности;</li> <li>– приемы работы с оригинальной литературой по специальности.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работать с оригинальной литературой по специальности;</li> <li>– работать со словарем;</li> <li>– вести деловую переписку на изучаемом языке.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой, деловой и профессиональной коммуникации;</li> </ul>                                                                            | <p>Оценка за контрольную работу № 2 (1 семестр)</p> |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>Профессиональная коммуникация в сфере делового общения</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;</li> <li>– основной иноязычной терминологией специальности.</li> </ul> <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи;</li> <li>– основные приемы и методы перевода, реферирования и аннотирования литературы по специальности;</li> <li>– пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;</li> <li>– приемы работы с оригинальной литературой по специальности.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работать с оригинальной литературой по специальности;</li> <li>– работать со словарем;</li> <li>– вести деловую переписку на изучаемом языке;</li> <li>– вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– иностранным языком на уровне делового и профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере деловой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;</li> <li>– формами деловой переписки, навыками подготовки текстовых документов в управленческой деятельности;</li> <li>– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу № 3 (1 семестр)</p><br><p>Оценка за <b>экзамен</b> (1 семестр)</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Деловой иностранный язык»**  
**основной образовательной программы**  
 18.04.01 Химическая технология  
 магистерская программа  
 «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Дополнительные главы математики»**

**Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена

заведующим кафедрой высшей математики, к.т.н. Е.Г.Рудаковской,

доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. Е.Л.Гордеевой,

доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В.Осипчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ  
им. Д.И. Менделеева «15» мая 2025 г., протокол № 7.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), накопленного опытом преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение курса в течение одного семестра.

Дисциплина «**Дополнительные главы математики**» относится к дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что для успешного освоения дисциплины обучающийся должен знать основы высшей математики, теории вероятностей и математической статистики, изучаемые в курсе «Математика» бакалавриата.

**Цель дисциплины** – знакомство с современными методами статистической обработки экспериментальных данных с использованием средств информационных технологий на основе углублённого изучения курса математической статистики.

**Задачи дисциплины** – получение представлений об актуальных проблемах использования статистических методов в химии и химической технологии, а также практическая реализация основных подходов к анализу данных с использованием вероятностно-статистических методов.

Дисциплина «**Дополнительные главы математики**» преподаётся в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **профессиональных компетенций и индикаторов их достижения**:

| Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                    | Код и наименование индикаторов достижения ПК                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-2.</b> Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи                                          | <b>ПК-2.1.</b> Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации<br><b>ПК-2.2.</b> Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию |
| <b>ПК-3</b> Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты | <b>ПК-3.3.</b> Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов                             |

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность;
- методы регрессионного и корреляционного анализа;
- основы дисперсионного анализа;

- методы анализа многомерных данных;
  - базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных;
- уметь:**
- анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований;
  - использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.
- владеть:**
- базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;
  - практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий;
  - методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Всего       |           | Семестр                |           |
|------------------------------------------------|-------------|-----------|------------------------|-----------|
|                                                |             |           | 1                      |           |
|                                                | ЗЕ          | Акад. ч.  | ЗЕ                     | Акад. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>    | <b>72</b> | <b>2</b>               | <b>72</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,94</b> | <b>34</b> | <b>0,94</b>            | <b>34</b> |
| Лекции                                         | 0,44        | 16        | 0,44                   | 16        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,5         | 18        | 0,5                    | 18        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,06</b> | <b>38</b> | <b>1,06</b>            | <b>38</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,06        | 0,4       | 1,06                   | 0,4       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 37,6      |                        | 37,6      |
| <b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>          |             |           |                        |           |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |           | <b>Зачет с оценкой</b> |           |

| Вид учебной работы                             | Всего       |             | Семестр                |             |
|------------------------------------------------|-------------|-------------|------------------------|-------------|
|                                                |             |             | 1                      |             |
|                                                | ЗЕ          | Астр. ч.    | ЗЕ                     | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>    | <b>54</b>   | <b>2</b>               | <b>54</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,94</b> | <b>25,5</b> | <b>0,94</b>            | <b>25,5</b> |
| Лекции                                         | 0,44        | 12          | 0,44                   | 12          |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,5         | 13,5        | 0,5                    | 13,5        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,06</b> | <b>28,5</b> | <b>1,06</b>            | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,06        | 0,3         | 1,06                   | 0,3         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |             | 28,2        |                        | 28,2        |
| <b>Вид контроля – Зачет с оценкой</b>          |             |             |                        |             |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 |             |             | <b>Зачет с оценкой</b> |             |



## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                          | Часов     |          |                      |                        |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|----------------------|------------------------|
|          |                                                                                                                                                                                                            | Всего     | Лекции   | Практические занятия | Самостоятельная работа |
|          | <b>Раздел 1. Основы математической статистики</b>                                                                                                                                                          | <b>32</b> | <b>8</b> | <b>6</b>             | <b>18</b>              |
| 1.1      | Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента.                                                              | 8         | 2        | 2                    | 4                      |
| 1.2      | Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы, кумуляты. Получение статистических оценок распределения выборки.                           | 8         | 2        | 2                    | 4                      |
| 1.3      | Проверка статистических гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения. Проверка гипотез непараметрическими методами. | 8         | 2        | 1                    | 5                      |
| 1.4      | Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Ранговые коэффициенты корреляции. Оценка значимости коэффициентов корреляции.                                                                      | 8         | 2        | 1                    | 5                      |
|          | <b>Раздел 2. Статистические методы анализа данных</b>                                                                                                                                                      | <b>16</b> | <b>4</b> | <b>4</b>             | <b>8</b>               |
| 2.1      | Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.                                                                                                                                                        | 8         | 2        | 2                    | 4                      |
| 2.2      | Регрессионный анализ. Построение уравнения регрессии от одного параметра.                                                                                                                                  | 8         | 2        | 2                    | 4                      |
|          | <b>Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных</b>                                                                                                                                               | <b>24</b> | <b>4</b> | <b>8</b>             | <b>12</b>              |
| 3.1      | Понятие о методах анализа многомерных данных. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Множественная регрессия.                                                                                   | 8         | 2        | 2                    | 4                      |

|     |                                                                                                                                                     |           |           |           |           |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 3.2 | Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ.                                                                            | 8         | 1         | 3         | 4         |
| 3.3 | Основные методы классификации: кластерный и дискриминантный анализ. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных. | 8         | 1         | 3         | 4         |
|     | <b>Всего часов:</b>                                                                                                                                 | <b>72</b> | <b>16</b> | <b>18</b> | <b>38</b> |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Основы математической статистики

1.1. Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Типы измерительных шкал. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента.

1.2. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы, кумуляты. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения.

1.3. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения по критерию  $\chi^2$  – Пирсона. Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий Манна-Уитни и критерий Вилкоксона.

1.4 Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла. Оценка значимости коэффициентов корреляции.

### Раздел 2. Статистические метода анализа данных

2.1. Дисперсионный анализ: понятие дисперсионного анализа, основные определения. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.

2.2. Регрессионный анализ. Линейная регрессия от одного параметра. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности. Нелинейная регрессия.

### Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных

3.1. Понятие о методах анализа многомерных данных. Назначение и классификация многомерных методов. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Многомерный регрессионный анализ.

3.2. Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ. Основные понятия и предположения факторного анализа. Общий алгоритм. Основные этапы факторного анализа.

3.3. Основные методы классификации. Дискриминантный анализ Основные понятия и предположения дискриминантного анализа. Дискриминантный анализ как метод классификации объектов. Кластерный анализ. Общая характеристика методов кластерного анализа. Меры сходства. Иерархический кластерный анализ. Метод k-средних. Критерии качества классификации. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| В результате освоения дисциплины студент должен                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                      | Разделы |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|---|
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                      | 1       | 2 | 3 |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                      |         |   |   |
| – основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; |                                                                                                                                      | +       | + | + |
| - методы регрессионного и корреляционного анализа;                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                      | +       | + | + |
| - основы дисперсионного анализа;                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                      | +       | + | + |
| - методы анализа многомерных данных;                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                      | +       | + | + |
| - базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных                                                                                   |                                                                                                                                      | +       | + | + |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                      |         |   |   |
| – анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований;                                                                                                                            |                                                                                                                                      | +       | + | + |
| - использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач                                                                                                                                                       |                                                                                                                                      | +       | + | + |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |         |   |   |
| – базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;                                                                                                                                              |                                                                                                                                      | +       | + | + |
| - практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий;                                                                                                                               |                                                                                                                                      | +       | + | + |
| - методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии                                                     |                                                                                                                                      | +       | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b>                                                                                                   |                                                                                                                                      |         |   |   |
| Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                                  | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                          |         |   |   |
| ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи                                                                               | ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации                                                        | +       | + | + |
|                                                                                                                                                                                                                                        | ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию                                                             |         |   |   |
| ПК-3. Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты                                     | ПК-3.3. Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов | +       | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п       | № раздела дисциплины | Темы практических (семинарских) занятий                                                                                                                                                                                                                                      | Часы |
|-------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.          | 1.1<br>1.2           | <b>Практическое занятие 1</b><br>Предварительная обработка экспериментальных данных. Описательная статистика. Получение статистических оценок распределения выборки                                                                                                          | 2    |
| 2.          | 1.2                  | <b>Практическое занятие 2</b><br>Проверка статистических гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий согласия $\chi^2$ –Пирсона, критерий Манна-Уитни, критерий Вилкоксона. | 2    |
| 3.          | 1.3                  | <b>Практическое занятие 3</b><br>Вычисление выборочных коэффициентов корреляции. Выборочные коэффициенты корреляции Пирсона, Спирмена и Кендалла.                                                                                                                            | 2    |
| 4.          | 1.4                  | <b>Контрольная работа № 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                | 2    |
| 5.          | 1.1–1.4              | <b>Практическое занятие 4</b><br>Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ                                                                                                                                                                                          | 2    |
| 6.          | 2.1                  | <b>Практическое занятие 5</b><br>Регрессионный и корреляционный анализ.<br>Построение уравнения регрессии и его анализ                                                                                                                                                       | 2    |
| 7.          | 2.2                  | <b>Контрольная работа № 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                | 2    |
| 8.          | 3.1–3.3              | <b>Практическое занятие 6</b><br>Основные методы обработки многомерных данных: метод главных компонент, факторный анализ, методы классификации                                                                                                                               | 2    |
| 9.          | 2.1–3.3              | <b>Контрольная работа № 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                | 2    |
| <b>ИТОГ</b> | <b>18 часов</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- ознакомление с рекомендованной литературой, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение домашних заданий и применение информационных технологий при выполнении домашних заданий;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (1 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на

лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы в **1** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка **40** баллов).

### 8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.**

#### Вариант № 1

- Для выборки объемом  $n=10$ , полученной из нормально распределённой генеральной совокупности найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения, построить доверительный интервал для математического ожидания и среднего квадратического отклонения, приняв доверительную вероятность  $\gamma = 0,95$ :

20,4 21,9 18,7 16,4 19,7 18,9 22,5 16,1 22,0 14,3

- Используя  $\chi^2$ -критерий, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  установить, случайно или значимо расхождение между эмпирическими  $m_i$  и теоретическими  $m_i^{\text{теор}}$  частотами, которые вычислены, исходя из гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности.

|                     |   |    |    |    |    |
|---------------------|---|----|----|----|----|
| $m_i$               | 6 | 12 | 23 | 31 | 28 |
| $m_i^{\text{теор}}$ | 7 | 10 | 21 | 35 | 27 |

- Проведено измерение мощности горизонта А (у, см) вдоль некоторой линии через 1 м (х):

|       |   |   |   |    |   |    |
|-------|---|---|---|----|---|----|
| х, м  | 0 | 1 | 2 | 3  | 4 | 5  |
| у, см | 5 | 7 | 6 | 10 | 9 | 12 |

Найти выборочный коэффициент корреляции Спирмена и оценить его значимость при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

- Для проверки стабильности электролиза растворов хлоридов щелочных металлов определяли содержание NaOH (мг NaOH/л щелочи) до (х) и после (у) фильтра:

|   |       |       |       |      |       |       |       |      |
|---|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| х | 100,1 | 115,1 | 130,0 | 93,6 | 108,3 | 137,2 | 104,4 | 97,3 |
| у | 96,6  | 115,6 | 125,5 | 94,0 | 103,3 | 134,4 | 100,2 | 97,3 |

При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  выяснить, есть ли различие между обеими сериями анализов.

### Вариант № 2

- Для выборки объёмом  $n=10$ , полученной из нормально распределённой генеральной совокупности, найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения, построить доверительный интервал для математического ожидания и среднего квадратического отклонения, приняв доверительную вероятность  $\gamma = 0,95$ :

1,8 6,1 10,2 5,4 6,5 2,9 9,4 1,5 4,7 3,6

- Используя критерий  $\chi^2$  - Пирсона, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить равномерность распределения, если наблюдаемые частоты для некоторого признака принимают значения:

9, 8, 10, 15, 8.

- Из двух партий изделий, изготовленных на одинаково настроенных станках, извлечены малые выборки. Результаты для контролируемых размеров I и II станков:

|          |     |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|
| I станок | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.1 |
| $n_i$    | 2   | 3   | 4   | 1   |

|           |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|
| II станок | 2.4 | 2.6 | 2.8 |
| $m_i$     | 2   | 3   | 7   |

Требуется проверить гипотезу о равенстве средних размеров изделий. Предполагается, что результаты измерений распределены нормально и выборки независимы ( $\alpha = 0,05$ ).

- В таблице приводятся данные о выходе продукта (в %) без катализатора и в присутствии катализатора.

|                  |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Без катализатора | 80 | 87 | 92 | 54 | 93 | 76 | 63 | 59 |
| С катализатором  | 94 | 96 | 92 | 52 | 88 | 70 | 62 | 90 |

Можно ли считать, что присутствие катализатора увеличивает выход продукта? Принять уровень значимости  $\alpha=0,05$ .

## Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

### Вариант № 1

- Исследовалась очистка сточных вод способом осаждения твёрдых частиц в течение определённого срока отстоя:

| Срок, дни | Величина осадка, г/м <sup>3</sup> воды |      |      |      |
|-----------|----------------------------------------|------|------|------|
| 15        | 8,0                                    | 8,4  | 9,0  | 8,6  |
| 20        | 8,2                                    | 9,0  | 10,0 | 10,0 |
| 25        | 11,0                                   | 13,0 | 12,0 |      |

Необходимо выяснить, существенно ли влияние длительности отстоя на величину осадка твёрдых частиц. Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

- Исследовалось влияние на выход продукта двух видов катализаторов А, Б и трёх различных технологий получения. В таблице приведены величины выхода продукта в тоннах. Влияют

ли факторы (вид катализатора и технология) на выход продукта? Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

| Вид катализатора | Технология |     |     |
|------------------|------------|-----|-----|
|                  | 1          | 2   | 3   |
| А                | 1,3        | 1,5 | 1,7 |
| Б                | 2,7        | 2,0 | 2,2 |

3. Получены экспериментальные данные растворимости хлорида бария в воде ( $y$ ) в присутствии хлорида кальция ( $x$ ) при  $70^{\circ}\text{C}$  (объём выборки  $n = 5$ ):

|         |    |    |    |    |    |
|---------|----|----|----|----|----|
| $x, \%$ | 0  | 5  | 8  | 10 | 15 |
| $y, \%$ | 32 | 25 | 20 | 17 | 11 |

Найти уравнение линейной регрессии  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x$  зависимости растворимости хлорида бария от содержания хлорида кальция.

4. По экспериментальным данным, представленным в таблице, найти коэффициенты уравнения нелинейной регрессии вида  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x + b_2x^2$ , оценить значимость уравнения регрессии и значимость коэффициентов уравнения регрессии. Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

|     |   |   |   |    |    |    |    |
|-----|---|---|---|----|----|----|----|
| $x$ | 0 | 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  |
| $y$ | 2 | 7 | 9 | 13 | 16 | 18 | 20 |

## Вариант № 2

1. Оценить значимость различия в производительности реакторов. Средняя производительность трёх реакторов представлена в таблице:

| Реактор | Средняя производительность, т/сутки |     |     |
|---------|-------------------------------------|-----|-----|
| 1       | 160                                 | 161 | 165 |
| 2       | 150                                 | 164 | 164 |
| 3       | 146                                 | 155 | 160 |

Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

2. Выход вещества (в %) при температуре  $10^{\circ}\text{C}$  и  $20^{\circ}\text{C}$  (фактор А) и продолжительности процесса кристаллизации 7 ч и 17 ч (фактор Б) представлен в таблице. Оценить значимость различия в выходе продукта при разной температуре и продолжительности процесса кристаллизации, а также значимость взаимного влияния температуры и продолжительности процесса на выход продукта. Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

| Т                    | Время | Выход, % |    |    |    |
|----------------------|-------|----------|----|----|----|
| $10^{\circ}\text{C}$ | 7 ч   | 40       | 30 | 30 | 50 |
|                      | 17 ч  | 90       | 80 | 65 | 70 |
| $20^{\circ}\text{C}$ | 7 ч   | 70       | 50 | 60 | 70 |
|                      | 17 ч  | 50       | 30 | 30 | 40 |

3. Исследовалась зависимость содержания железа ( $y, \%$ ) в кристаллах медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  от содержания  $\text{FeSO}_4$  ( $x, \text{г/л}$ ) в маточном растворе:

|   |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|
| x | 60   | 70   | 85   | 100  | 105  |
| y | 0,96 | 0,93 | 1.47 | 1,86 | 2,48 |

Найти уравнение линейной регрессии  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x$  зависимости содержания железа в кристаллах от содержания  $\text{FeSO}_4$  (x, г/л) в растворе.

4. По экспериментальным данным, представленным в таблице, найти коэффициенты уравнения нелинейной регрессии вида  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x + b_2x^2$ , оценить значимость уравнения и значимость коэффициентов. Принять уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

|   |   |    |    |    |    |    |    |
|---|---|----|----|----|----|----|----|
| x | 0 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| y | 5 | 10 | 14 | 15 | 17 | 21 | 25 |

### Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 4 вопроса по 5 баллов за вопрос.

#### Вариант 1

1. Построить уравнение множественной линейной регрессии  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$  по данным таблицы. Оценить значимость уравнения и его коэффициентов при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

|    |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| x1 | 3,5  | 7,4  | 2,5  | 3,7  | 5,5  | 8,3  | 6,7  | 1,2  |
| x2 | 5,3  | 1,6  | 6,3  | 9,4  | 1,4  | 9,2  | 2,5  | 2,2  |
| y  | 64,7 | 80,9 | 24,6 | 43,9 | 77,7 | 20,6 | 66,9 | 34,3 |

2. По выборке найдены значения главных компонент для  $i$ -го наблюдения  $f_{i1} = 0,661$ ,  $f_{i2} = -2,151$  и матрица факторных нагрузок

$$A = \begin{pmatrix} -0,756 & 0,654 \\ 0,756 & 0,654 \end{pmatrix}$$

Найти значения исходных показателей  $x_{i1}$  и  $x_{i2}$ , если выборочные оценки средних равны  $\bar{x}_1=5$ ,  $\bar{x}_2=10$ , а выборочные оценки средних квадратических отклонений равны  $s_1 = 0,072$ ,  $s_2 = 0,333$ .

3. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание золота (x, %) и меди (y, %):

|   |      |     |     |     |      |
|---|------|-----|-----|-----|------|
| x | 0,15 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,04 |
| y | 1,0  | 0,9 | 0,2 | 0,5 | 0,6  |

С целью нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные предварительно не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «ближайшего соседа».

4. Имеются два набора проб (X1–перспективные и X2– неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X1 = \begin{pmatrix} 5,0 & 3,3 \\ 4,6 & 3,4 \end{pmatrix} \quad X2 = \begin{pmatrix} 5,7 & 2,8 \\ 6,1 & 3,0 \\ 6,0 & 2,7 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (5,7; 2,5).



## Вариант 2

1. Построить уравнение множественной линейной регрессии  $\bar{y}_x = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$  по данным таблицы. Оценить значимость уравнения и его коэффициентов при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

|    |      |      |       |      |      |       |       |      |
|----|------|------|-------|------|------|-------|-------|------|
| x1 | 7    | 1    | 11    | 11   | 7    | 11    | 3     | 1    |
| x2 | 26   | 29   | 56    | 31   | 52   | 55    | 71    | 31   |
| y  | 78,5 | 74,3 | 104,3 | 87,6 | 95,9 | 109,2 | 102,7 | 72,5 |

2. По выборке найдены значения главных компонент для  $i$ -го наблюдения  $f_{i1} = -0,484$ ,  $f_{i2} = 1,053$  и матрица факторных нагрузок

$$A = \begin{pmatrix} -0,791 & 0,611 \\ 0,791 & 0,611 \end{pmatrix}$$

Найти значения исходных показателей  $x_{i1}$  и  $x_{i2}$ , если выборочные оценки средних равны  $\bar{x}_1 = 0,85$ ,  $\bar{x}_2 = 2,307$ , а выборочные оценки средних квадратических отклонений равны  $s_1 = 0,072$ ,  $s_2 = 0,093$ .

3. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание серебра ( $x$ , %) и меди ( $y$ , %):

|     |      |      |     |      |     |
|-----|------|------|-----|------|-----|
| $x$ | 0,25 | 0,48 | 0,8 | 0,55 | 0,1 |
| $y$ | 0,3  | 0,65 | 1,4 | 1,52 | 0,5 |

С целью нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные предварительно не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «ближайшего соседа».

4. Имеются два набора проб ( $X1$ –перспективные и  $X2$ – неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X1 = \begin{pmatrix} 5,0 & 1,4 \\ 5,1 & 1,7 \end{pmatrix} \quad X2 = \begin{pmatrix} 6,5 & 4,6 \\ 5,6 & 3,9 \\ 5,7 & 4,5 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (5,7; 4,9).

## 8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой)

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов; вопрос 4 – 10 баллов.

1. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы.
2. Моделирование основных статистических распределений. Инструменты MS Excel для моделирования распределений и получения выборок.
3. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения.
4. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий нормально распределённых генеральных совокупностей.
5. Проверка гипотез о математических ожиданиях двух нормально распределённых генеральных совокупностей.

6. Непараметрические методы проверки статистических гипотез. Критерий согласия  $\chi^2$ –Пирсона для проверки соответствия распределения генеральной совокупности нормальному и равномерному закону.
7. U-критерий Манна-Уитни: назначение, способ вычисления.
8. T-критерий Вилкоксона: назначение, способ вычисления.
9. Сущность и цели корреляционного анализа. Понятие корреляционной связи. Вычисление ковариационной и корреляционной матриц.
10. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Проверка значимости коэффициента корреляции.
11. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Спирмена. Проверка значимости коэффициента корреляции.
12. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Кендалла. Проверка значимости коэффициента корреляции.
13. Регрессионный анализ: линейная регрессия, множественная линейная регрессия. Получение коэффициентов уравнения линейной регрессии.
14. Однофакторный дисперсионный анализ (постановка задачи, модель, основные расчётные формулы).
15. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе. Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений и с повторениями.
16. Многомерные статистические методы. Метод главных компонент: назначение, основные задачи, вычисление главных компонент.
17. Алгоритм вычисления главных компонент для многомерных нормальных распределений переменных.
18. Понятие факторного анализа. Алгоритм проведения факторного анализа.
19. Понятие классификации. Линейный дискриминантный анализ при нормальном законе распределения показателей. Построение линейной дискриминантной функции.
20. Классификация без обучающих выборок. Кластерный анализ. Иерархический алгоритм кластерного анализа. Построение дендрограммы.

Максимальное количество баллов за **зачет с оценкой** (1 семестр) – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

**Зачет с оценкой** по дисциплине «Дополнительные главы математики» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

|                                                                                                    |                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| «Утверждаю»<br>Зав. Кафедрой высшей математики<br><br>_____ Рудаковская Е.Г.<br>«__» _____ 20__ г. | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                          |
|                                                                                                    | <b>Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева</b> |
|                                                                                                    | <b>Кафедра высшей математики</b>                                            |
|                                                                                                    | <b>18.04.01 Химическая технология</b>                                       |
|                                                                                                    | <b>Дополнительные главы математики</b>                                      |
| <b>БИЛЕТ № 1</b>                                                                                   |                                                                             |

1. Однофакторный дисперсионный анализ (постановка задачи, модель, основные расчётные формулы).
2. Непараметрические методы проверки статистических гипотез. Критерий согласия  $\chi^2$ –Пирсона для проверки соответствия распределения генеральной совокупности нормальному распределению.
3. Проведено 5-кратное измерение мощности горизонта А (у, см) вдоль линии через каждые 0,5 м (х):

|       |   |     |     |     |     |
|-------|---|-----|-----|-----|-----|
| х, м  | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| у, см | 5 | 7   | 6   | 10  | 9   |

Вычислить выборочный коэффициент корреляции Спирмена. Оценить значимость коэффициента корреляции при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

4. В 5 пробах с 5 участков месторождения измерено содержание золота (х, %) и меди (у, %):

|   |     |     |     |     |      |
|---|-----|-----|-----|-----|------|
| х | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,04 |
| у | 1,0 | 0,8 | 0,2 | 0,5 | 0,6  |

Для нахождения перспективных районов провести кластерный анализ и построить дендрограмму. Данные не стандартизовать. Расстояния между кластерами вычислять методом «дальнего соседа».

«Утверждаю»

Зав. Кафедрой высшей математики

\_\_\_\_\_ Рудаковская Е.Г.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Российский химико-технологический университет  
имени Д. И. Менделеева**

**Кафедра высшей математики**

**18.04.01 Химическая технология**

**Дополнительные главы математики**

### БИЛЕТ № 2

1. Линейная регрессия, получение коэффициентов уравнения линейной регрессии.
2. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе. Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений и с повторениями.
3. Определялось содержание NaOH (мг NaOH/л щелочи) до (х) и после (у) фильтра:

|   |     |     |     |    |     |     |     |    |
|---|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|
| х | 100 | 115 | 130 | 93 | 108 | 137 | 104 | 97 |
| у | 96  | 110 | 120 | 94 | 103 | 134 | 100 | 97 |

При уровне значимости  $\alpha = 0,1$  выяснить, значимо ли различие в содержании NaOH в обеих сериях анализов.

4. Имеются два набора проб (X1–перспективные и X2– неперспективные), в которых определены концентрации двух гомологов метана:

$$X2 = \begin{pmatrix} 4,6 & 1,5 \\ 4,5 & 1,3 \\ 5,1 & 1,6 \end{pmatrix} \quad X1 = \begin{pmatrix} 1,4 & 0,3 \\ 1,7 & 0,5 \end{pmatrix}$$

Вычислить линейную дискриминантную функцию и классифицировать наблюдение (4,5; 0,2), если найдена несмещённая оценка суммарной ковариационной матрицы: ((0,084; 0,038), (0,038; 0,022)).

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 9.1. Рекомендуемая литература

### А) Основная литература:

1. Фролов А.Н. Краткий курс ТВ и МС, уч. пособие, Лань, 2017 г., 304 с.
2. Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ресурс]: учебник для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

### Б) Дополнительная литература:

1. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. [Электронный ресурс]: учебное пособие для прикладного бакалавриата: Электронная копия / В. Е. Гмурман. - 11-е изд. – М.: Юрайт, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
2. Теория вероятностей и математическая статистика. Рудаковская Е.Г., Рушайло М.Ф., Старшова Т.Н., Аверина О.В., Гордеева Е.Л., Изотова С.А. /Учебное пособие под ред. Рушайло М.Ф., Рудаковской Е.Г., –М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. –84 с.

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации.

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации.
- Комплекс обучающих программ.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://kvm.muctr.ru/> – сайт кафедры высшей математики.

## 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – <https://moodle.muctr.ru/>, (общее число слайдов – 160);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 3 контрольные работы, общее число вариантов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (50 билетов для итогового контроля, всего 1 итоговая аттестация, общее число билетов – 50).

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет **1 563 142** экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные,

справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «**Дополнительные главы математики**» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающихся.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оборудованные традиционными учебными досками и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебно-методические пособия, разработанные на кафедре высшей математики, выложены на сайте кафедры <http://kvm.muctr.ru> и на сайте библиотеки РХТУ имени Д.И.Менделеева <https://lib.muctr.ru>.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, принтеры, сканер и копировальный аппарат используются для подготовки раздаточных материалов.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине, комплекты контрольных и экзаменационных билетов.

Учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| <b>№ п.п.</b> | <b>Наименование программного продукта</b> | <b>Реквизиты договора поставки</b>    | <b>Срок окончания действия лицензии</b> |
|---------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.            | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine      | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | бессрочно                               |

|    |                                                                                                                                                                                 |                                               |                                                                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Microsoft Office Standard 2013                                                                                                                                                  | Контракт № 62-64ЭА/2013<br>от 02.12.2013      | бессрочная                                                                                                |
| 3. | WINHOME 10 Russian OLV NL<br>Each AcademicEdition                                                                                                                               | Контракт № 28-35ЭА/2020<br>от 26.05.2020      | бессрочно                                                                                                 |
| 4. | Microsoft Office Professional<br>Plus 2019<br>В составе:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul> | Контракт № 175-<br>262ЭА/2019 от 30.12.2019   | 12 месяцев<br>(ежегодное продление<br>подписки с правом<br>перехода на<br>обновлённую версию<br>продукта) |
| 5. | Kaspersky Endpoint Security для<br>бизнеса – Стандартный Russian<br>Edition.                                                                                                    | Договор № 99-155ЭА-<br>223/2024 от 25.11.2024 | 24 месяца<br>(продление подписки с<br>правом перехода на<br>обновлённую версию<br>продукта)               |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

### Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

| Наименование<br>разделов                                   | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Формы и методы<br>контроля и оценки                                     |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1.</b><br>Основы<br>математической<br>статистики | Знает:<br>основные приёмы и методы обработки<br>статистической информации: расчёт выборочных<br>характеристик случайных величин, использование<br>статистических гипотез для переноса результатов<br>выборочного обследования на генеральную<br>совокупность; методы регрессионного и<br>корреляционного анализа; основы дисперсионного<br>анализа; методы анализа многомерных данных;<br>базовую терминологию, относящуюся к<br>теоретическому описанию основных<br>перспективных направлений развития методов<br>обработки экспериментальных данных.<br>Умеет:<br>анализировать и критически оценивать<br>современные научные достижения в области своих<br>научных исследований; использовать полученные<br>знания для решения профессиональных и<br>социальных задач.<br>Владеет:<br>базовой терминологией, относящейся к<br>статистической обработке экспериментальных<br>данных; практическими навыками обработки<br>статистической информации с использованием<br>информационных технологий; методологией<br>современных научных исследований, критической | Оценка за<br>контрольную работу<br>№ 1<br>Оценка на зачете с<br>оценкой |

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                                                 | оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |
| <b>Раздел 2.</b><br>Статистические методы анализа данных        | <p>Знает:</p> <p>основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных.</p> <p>Умеет:</p> <p>анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.</p> <p>Владет:</p> <p>базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.</p> | Оценка за контрольную работу № 2<br>Оценка на зачете с оценкой |
| <b>Раздел 3.</b><br>Статистическая обработка многомерных данных | <p>Знает:</p> <p>основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность; методы регрессионного и корреляционного анализа; основы дисперсионного анализа; методы анализа многомерных данных; базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных.</p> <p>Умеет:</p> <p>анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований; использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.</p> <p>Владет:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Оценка за контрольную работу № 3<br>Оценка на зачете с оценкой |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных; практическими навыками обработки статистической информации с использованием информационных технологий; методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии. |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).



Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Дополнительные главы математики»**  
 основной образовательной программы  
**18.04.01 Химическая технология**

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                            |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1                                 |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>«__» _____ 20__ г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Инструментальные методы исследования в химической технологии»**

**Направление подготовки  
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа  
«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена ассистентом кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров Вершининым Д.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева «13» июня 2025 г., протокол № 17.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Инструментальные методы исследования в химической технологии»** относится к обязательной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химической технологии высокотемпературных функциональных материалов, а также базовых инструментальных-методов анализа, статистического анализа результатов исследования свойств.

**Цель дисциплины** – обучение студентов магистратуры знаниям, умениям и навыкам применения различных методов исследования высокотемпературных функциональных материалов, а также знакомство с современным оборудованием для характеристики и контроля качества изделий из таких материалов.

**Задачи дисциплины** – формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области планирования, пробоподготовки и проведения различных физико-химических исследований ВФМ с использованием современных методов анализа и приборов.

Дисциплина **«Инструментальные методы исследования в химической технологии»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Наименование категории (группы) ОПК | Код и наименование ОПК                                                                                                                                                                   | Код и наименование индикатора достижения ОПК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Научные исследования и разработки   | ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок. | ОПК-1.4. Умеет использовать методы научного исследования при решении научных задач;<br>ОПК-1.5. Умеет формулировать и представлять результаты научного исследования;<br>ОПК-1.6. Владеет методами научного исследования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Профессиональная методология        | ОПК-2. Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты                   | ОПК-2.1. Знает теорию физико-химических методов анализа;<br>ОПК-2.2. Знает принципы работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа;<br>ОПК-2.3. Знает методы целенаправленного сбора и анализа научной литературы;<br>ОПК-2.4. Умеет применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач;<br>ОПК-2.5. Умеет анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по заданной теме;<br>ОПК-2.6. Владеет идеологией и системой выбора инструментальных методов химического анализа, а также оценкой возможностей каждого метода;<br>ОПК-2.7. Владеет метрологическими основами инструментальных методов анализа;<br>ОПК-2.8. Владеет способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных. |

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения;
- устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа;
- требования, предъявляемые к объектам исследований, особенности подготовки образцов;

- ограничения, накладываемые на использование методов, точность измерения характеристик материала для каждого метода.

*Уметь:*

- выбирать методику проведения научного исследования;
- обрабатывать экспериментальные данные;
- анализировать результаты научных исследований.

*Владеть:*

- навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины       |            |             |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|-------------|
|                                                    | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>3</b>               | <b>108</b> | <b>81</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,89</b>            | <b>68</b>  | 51          |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>1,45</b>            | <b>52</b>  | 39          |
| Лекции                                             | 0,44                   | 16         | 12          |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,50                   | 18         | 13,5        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>0,50</i>            | <i>18</i>  | <i>13,5</i> |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,95                   | 34         | 25,5        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>0,95</i>            | <i>34</i>  | <i>25,5</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>1,11</b>            | <b>40</b>  | 30          |
| Контактная самостоятельная работа                  | 1,11                   | 0,2        | 0,15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 37,8       | 28,35       |
| <b>Вид контроля:</b>                               | <b>Зачет с оценкой</b> |            |             |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п  | Раздел дисциплины                                                                                                             | Академ. часов |                                         |          |               |                                         |                |                                         |                |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|----------|---------------|-----------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|----------------|
|           |                                                                                                                               | Всего         | <i>в т.ч. в<br/>форме пр.<br/>подг.</i> | Лекции   | Прак.<br>зан. | <i>в т.ч. в<br/>форме<br/>пр. подг.</i> | Лаб.<br>работы | <i>в т.ч. в<br/>форме<br/>пр. подг.</i> | Сам.<br>работа |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Аналитические и спектральные методы исследования химического состава ВФМ.</b>                                    | <b>26</b>     | <b>14</b>                               | <b>4</b> | <b>2</b>      | <b>2</b>                                | <b>12</b>      | <b>12</b>                               | <b>8</b>       |
| 1.1       | Методы аналитической химии, применяемые при анализе ВФМ                                                                       | 16            | 10                                      | 2        | 2             | 2                                       | 8              | 8                                       | 4              |
| 1.2       | Спектроскопические метода анализа: масс-спектропия, атомно-эмиссионный спектральный анализ                                    | 10            | 4                                       | 2        | -             | -                                       | 4              | 4                                       | 4              |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Термические методы анализа ВФМ.</b>                                                                              | <b>18</b>     | <b>8</b>                                | <b>2</b> | <b>4</b>      | <b>4</b>                                | <b>4</b>       | <b>4</b>                                | <b>8</b>       |
| 2.1       | Дериватография                                                                                                                | 7             | 2                                       | 1        | 2             | 2                                       | -              | -                                       | 4              |
| 2.2       | Дилатометрия                                                                                                                  | 11            | 6                                       | 1        | 2             | 2                                       | 4              | 4                                       | 4              |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 3. Методы исследования фазового состава и структуры ВФМ.</b>                                                        | <b>24</b>     | <b>12</b>                               | <b>4</b> | <b>6</b>      | <b>6</b>                                | <b>6</b>       | <b>6</b>                                | <b>8</b>       |
| 3.1       | Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ                                                                                  | 10            | 6                                       | 1        | 2             | 2                                       | 4              | 4                                       | 3              |
| 3.2       | ИК-спектропия                                                                                                                 | 5             | 2                                       | 1        | 2             | 2                                       | -              | -                                       | 2              |
| 3.3       | Микроскопические методы анализа                                                                                               | 9             | 4                                       | 2        | 2             | 2                                       | 2              | 2                                       | 3              |
| <b>4.</b> | <b>Раздел 4. Методы исследования дисперсности порошкообразных материалов (гранулометрия). Исследование поровой структуры.</b> | <b>18</b>     | <b>6</b>                                | <b>2</b> | <b>2</b>      | <b>2</b>                                | <b>4</b>       | <b>4</b>                                | <b>10</b>      |

|     |                                                                      |            |           |           |           |           |           |           |           |
|-----|----------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 4.1 | Ситовой и седиментационный анализ, лазерная гранулометрия            | 8          | 1         | 1         | 1         | 1         | -         | -         | 6         |
| 4.2 | Исследование поровой структуры                                       | 10         | 5         | 1         | 1         | 1         | 4         | 4         | 4         |
| 5.  | <b>Раздел 5. Методы определения физико-механических свойств ВФМ.</b> | <b>22</b>  | <b>12</b> | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>8</b>  | <b>8</b>  | <b>6</b>  |
| 5.1 | Определение механической прочности и ударной вязкости                | 11         | 6         | 2         | 2         | 2         | 4         | 4         | 3         |
| 5.2 | Определение твердости и микротвердости                               | 11         | 6         | 2         | 2         | 2         | 4         | 4         | 3         |
|     | <b>ИТОГО</b>                                                         | <b>108</b> | <b>52</b> | <b>16</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>34</b> | <b>34</b> | <b>40</b> |



## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Аналитические и спектральные методы исследования химического состава ВФМ.**

1.1. Методы аналитической химии, применяемые при анализе ВФМ. Качественные реакции на наличие различных примесей в глинистом сырье. Определение титра, содержания свободной извести этилово-глицератным методом, содержания несвязанной  $\text{SO}_3$ , количества кремнеземистых добавок в цементе. Определение количества гипса, качества извести, суммарного содержания активных оксидов кальция и магния, гидратной воды весовым методом, содержания  $\text{CO}_2$  весовым методом. Определение водостойкости стекла, гидrolитического класса.

1.2. Спектроскопические метода анализа: масс-спектрокопия, атомно-эмиссионный спектральный анализ. Цели и области применения спектроскопических методов в технологии ВФМ. Классификация спектроскопических методов.

Масс-спектрокопия: принцип метода, способы возбуждения частиц пробы, аппаратурное оформление, ограничения метода.

Атомно-эмиссионный спектральный анализ: теоретические основы атомно-эмиссионного спектрального анализа. Источники возбуждения спектров. Атомно-эмиссионные линейчатые спектры. Правила отбора электронных переходов. Запись спектральных линий в виде термов. Распределение Больцмана и заселенность уровней возбужденного состояния. Факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий. Спектральные приборы и способы регистрации спектра (визуальный, фотографический и фотоэлектрический). Качественный анализ, расшифровка эмиссионных спектров и идентификация элементов по их спектрам. Количественный анализ, формула Ломакина-Шайбе.

### **Раздел 2. Термические методы анализа ВФМ.**

2.1. Дериватография. Классификация термических методов анализа: дифференциально-термический анализ (ДТА), дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК), Дифференциальная термогравиметрия (ДТГ).

Простые и дифференциальные кривые нагревания. Основы метода ДТА. Виды термических эффектов, сопровождающих физические и химические превращения материалов. Факторы, влияющие на кривые ДТА. Качественный и количественный ДТА. Расшифровка результатов ДТА. Типовые дериватограммы для ВФМ. Основы термогравиметрии. Факторы, влияющие на результаты термогравиметрии. Аппаратурное оформление ДТА при температурах свыше  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  в различной газовой среде. Комбинирование со спектральными и другими методами анализа.

2.2. Дилатометрия. Основы дилатометрии, области применения. Аппаратура и техника проведения анализа. Специфика термомеханического анализа при изучении ТКЛР, непрерывной усадки, спекания ВФМ. Теоретические методы расчета ТКЛР полифазных материалов. Аппаратурное оформление дилатометрического анализа при температурах свыше  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  в различной газовой среде.

### **Раздел 3. Методы исследования фазового состава и структуры ВФМ.**

3.1. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Природа возникновения рентгеновского излучения. Сплошное и характеристическое излучение. Дифракция рентгеновского излучения. Уравнение Вульфа – Брэгга. Идентификация кристаллических веществ методом порошка (Дебая - Шеррера). Устройство и принцип работы рентгеновских дифрактометров, рентгеновской трубки. Качественный рентгенофазовый анализ. Расшифровка рентгенограмм простых веществ, твердых растворов, полифазных материалов. Количественный рентгенофазовый анализ. Методы внутреннего и внешнего стандартов.

Рентгеноструктурный анализ. Основы метода. Расчет параметров кристаллической решетки ВФМ по межплоскостным расстояниям. Рентгеновская плотность.

Рентгенофлуоресцентный анализ. Принцип метода и области применения. Графическое и табличное представление результатов, расчет стехиометрии оксидов по процентному содержанию элементов. Комбинирование с микроскопическими методами исследования.

3.2. ИК-спектроскопия. Теоретические основы колебательной спектроскопии ТНиСМ. Виды колебаний атомов в ТНиСМ. Уравнение Бугера - Ламберта - Бера применительно к ТНиСМ. Техника и проведение анализов на ИК-спектрометре. Интерпретация спектров. Применение ИК-спектроскопии для структурных исследований аморфных и кристаллических материалов, а также органических компонентов, применяемых в технологии ВФМ. Фурье-спектроскопия. Достоинства и отличия метода от классической ИК-спектроскопии.

3.3. Микроскопические методы анализа. Оптическая микроскопия. Принципиальное устройство микроскопа. Разрешающая способность и полезное увеличение микроскопа. Разновидности микроскопов.

Оптическая микроскопия природных и искусственных ВФМ. Пробоподготовка – подготовка шлифов с использованием канадского бальзама и эпоксидной смолы. Прокрашивание шлифов. Изучение химико-минералогического состава ВФМ методом иммерсионных жидкостей. Эффекты Бекке и Лодочникова. Изучение окраски и плеохроизма, рельефа, границ зерен и их морфологии, спайности. Диагностические признаки и оптические свойства минералов группы кварца и полевых шпатов.

Электронная микроскопия. Растровый микроскоп. Устройство растрового микроскопа. Режимы регистрации излучения. Описание элементов микроструктуры исследуемого материала по результатам микроскопии. Изучение морфологии поликристаллических ВФМ. Просвечивающая электронная микроскопия. Требования к исследуемым материалам. Особенности пробоподготовки.

Туннельная микроскопия. Основной принцип работы туннельных микроскопов. Классификация туннельных микроскопов. Атомно-силовая, магнитно-силовая и ближнепольная оптическая микроскопия.

#### **Раздел 4. Методы исследования дисперсности порошкообразных материалов (гранулометрия). Исследование поровой структуры.**

4.1. Ситовой и седиментационный анализ, лазерная гранулометрия. Основные характеристики в гранулометрическом анализе. Области применения ситового анализа. Методика проведения анализа по сухому, мокрому и комбинированному способу. Виды сит. Различные классификации шкал сит.

Седиментационный анализ. Уравнение Стокса. Ограничения применимости седиментационного анализа по отношению к ВФМ. Особенности проведения седиментационного анализа при исследовании порошков для производства ВФМ. Пипеточный метод анализа.

Определение удельной поверхности ВФМ. Удельная поверхность исходных порошков и готовых изделий из ВФМ. Методы определения удельной поверхности применительно к ВФМ. Определение удельной поверхности ВФМ методом газопроницаемости. Оборудование для определения газопроницаемости. Определение удельной поверхности ВФМ по методу низкотемпературной адсорбции азота (БЭТ).

4.2. Исследование поровой структуры. Виды пористости. Открытая и закрытая пористость. Влияние пористости на основные свойства керамических материалов. Методы определения открытой пористости: метод гидростатического взвешивания, пикнометрический метод, экспресс метод. Расчет закрытой пористости.

#### **Раздел 5. Методы определения физико-механических свойств ВФМ.**

5.1. Определение механической прочности, ударной вязкости и коэффициента трещиностойкости. Основы теории прочности ВФМ. Факторы, влияющие на прочность материалов. Методы определения механической прочности при изгибе, сжатии, растяжении.

Понятие ударной вязкости. Факторы, влияющие на ударную вязкость ВФМ. Методика определения при помощи маятникового копера. Типы концентраторов напряжений при определении ударной вязкости.

5.2. Определение твердости. Качественные и количественные методы определения твердости. Факторы, влияющие на твердость керамических материалов. Качественные методы - шкала минералов Мооса. Различия количественных методов – Кнупа, Бринеля, Роквелла, Виккерса. Сравнение количественных методов между собой. Оборудование для определения твердости керамических материалов.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                                                                                                                                        | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                              | Раздел<br>1                                                                            | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 | Раздел<br>5 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                                          | <i>Знать:</i>                                                                                                                                                                                 | +                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
| 1                                                                                                                                        | теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения;                                                                                                                  | +                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
| 2                                                                                                                                        | устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа;                                                                                                              | +                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
| 3                                                                                                                                        | требования, предъявляемые к объектам исследований, особенности подготовки образцов;                                                                                                           | +                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
| 4                                                                                                                                        | ограничения, накладываемые на использование методов, точность измерения характеристик материала для каждого метода.                                                                           | +                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
|                                                                                                                                          | <i>Уметь:</i>                                                                                                                                                                                 |                                                                                        |             |             |             |             |
| 5                                                                                                                                        | выбирать методику проведения научного исследования;                                                                                                                                           | +                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
| 6                                                                                                                                        | обрабатывать экспериментальные данные;                                                                                                                                                        | +                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
| 7                                                                                                                                        | анализировать результаты научных исследований.                                                                                                                                                | +                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
|                                                                                                                                          | <i>Владеть:</i>                                                                                                                                                                               | +                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
| 8                                                                                                                                        | навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.                                                                                               | +                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b> |                                                                                                                                                                                               |                                                                                        |             |             |             |             |
|                                                                                                                                          | <b>Код и наименование ОПК</b>                                                                                                                                                                 | <b>Код и наименование индикатора достижения ОПК</b>                                    | +           | +           | +           | +           |
| 9                                                                                                                                        | – ОПК-1. Способность организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок. | – ОПК-1.4. Умение использовать методы научного исследования при решении научных задач; | +           | +           | +           | +           |
| 10                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                               | – ОПК-1.5. Умение формулировать и представлять результаты научного исследования;       | +           | +           | +           | +           |
| 11                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                               | – ОПК-1.6. Владение методами научного исследования.                                    | +           | +           | +           | +           |

|    |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                             |   |   |   |   |   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 12 | – ОПК-2. Способность использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты | – ОПК-2.1. Знание теории физико-химических методов анализа;                                                                                 | + | + | + | + | + |
| 13 |                                                                                                                                                                             | – ОПК-2.2. Знание принципов работы основных приборов в инструментальных методах химического анализа;                                        | + | + | + | + | + |
| 14 |                                                                                                                                                                             | – ОПК-2.3. Знание методов целенаправленного сбора и анализа научной литературы;                                                             | + | + | + | + | + |
| 15 |                                                                                                                                                                             | – ОПК-2.4. Умение применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач;                 | + | + | + | + | + |
| 16 |                                                                                                                                                                             | – ОПК-2.5. Умение анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по заданной теме;                                | + | + | + | + | + |
| 17 |                                                                                                                                                                             | – ОПК-2.6. Владение идеологией и системой выбора инструментальных методов химического анализа, а также оценкой возможностей каждого метода; | + | + | + | + | + |
| 18 |                                                                                                                                                                             | – ОПК-2.7. Владение метрологическими основами инструментальных методов анализа;                                                             | + | + | + | + | + |
| 19 |                                                                                                                                                                             | – ОПК-2.8. Владение способами обработки полученных результатов и анализа их с учетом имеющихся литературных данных.                         | + | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий            | Часы |
|-------|----------------------|--------------------------------------|------|
| 1     | 1-5                  | Диагностика фарфоровых изделий       | 3    |
| 2     | 1-5                  | Диагностика огнеупорных изделий      | 3    |
| 3     | 1-5                  | Диагностика силикатного кирпича      | 3    |
| 4     | 1-5                  | Диагностика сырья вяжущих материалов | 3    |
| 5     | 1-5                  | Диагностика органических стекол      | 3    |
| 6     | 1-5                  | Диагностика листового стекла         | 3    |

### 6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению изучаемого материала, а также дает знания о современных методах физико-химического анализа, применяемых в технологии ВФМ.

Лабораторный практикум подразумевает выполнение 6 работ, при этом они охватывают 2 из 3 категорий высокотемпературных функциональных материалов – стеклообразные материалы и ситаллы, керамические материалы и огнеупоры, конструкционные и вяжущие материалы. Выбор категорий обусловлен и нацелен на расширение знаний, умений и навыков в области применения методов анализа, являющихся специфическими для каждой категории в отдельности. Таким образом, для обучающихся, специализирующихся на категории стеклообразных материалов, рекомендуется выполнение лабораторных работ двух других категорий – керамики и огнеупоров, а также конструкционных и вяжущих материалов и т.д.

При этом необходимо, чтобы трудоемкость лабораторного практикума в случае выполнения 6 работ соответствовала 34 часам.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 36 баллов (максимально по 6 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ                                                                           | Часы |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | 1                    | определение свободной извести в портландцементном клинкере                                                | 6    |
| 2     | 5                    | определение нормальной густоты и сроков схватывания строительного гипса                                   | 5    |
| 3     | 5                    | определение марки строительного гипса                                                                     | 6    |
| 4     | 1                    | определение водостойкости стекла                                                                          | 6    |
| 5     | 1                    | определение содержания $\text{SiO}_2$ в силикатах, неразлагаемых кислотами, фотоколориметрическим методом | 6    |
| 6     | 5                    | контроль качества отоженных заготовок                                                                     | 5    |
| 7     | 4                    | определение открытой пористости и средней плотности керамических изделий                                  | 5    |

|    |   |                                                                                                 |   |
|----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 8  | 2 | изучение процесса непрерывной усадки                                                            | 6 |
| 9  | 5 | определение механической прочности и термической стойкости керамики                             | 6 |
| 10 | 3 | Определение химико-минералогического состава материала при помощи оптической микроскопии        | 6 |
| 11 | 3 | Расчет параметров кристаллической решетки материала по результатам рентгеноструктурного анализа | 6 |
| 12 | 5 | Определение ударной вязкости материала                                                          | 5 |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение центра коллективного пользования РХТУ им. И. Менделеева;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче выполнению кейса и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 18 и 12 баллов за контрольные №1 и №2 соответственно), кейса (максимальная оценка 34 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 36 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

**Разделы 1-5. Примеры вопросов к кейсу. Максимальное количество баллов за выполнение кейса составляет 34 балла.**

Блок практических занятий предполагает выполнение кейса «Комплексная диагностика высокотемпературных функциональных материалов», которое способствует закреплению полученных знаний и формированию умений по планированию и проведению комплексных исследований ВФМ.

В рамках кейса обучающимся выдаются неизвестные объекты исследования и предлагается диагностировать материал, применяя современные инструментальные методы анализа.

В качестве объектов исследования предлагаются:

- 1) Фрагмент фаянсового изделия
- 2) фрагмент фарфорового изделия
- 3) фрагмент огнеупора
- 4) фрагмент силикатного кирпича
- 5) порошок негидратированного вяжущего
- 6) фрагмент органического стекла
- 7) фрагмент листового стекла и т.д.

Исходя из полученных ранее знаний и навыков, обучающиеся самостоятельно подбирают комплекс методов исследования, необходимых и достаточных для идентификации полученного фрагмента материала.

Используемые в рамках кейса методы исследования охватывают все разделы дисциплины.

| № раздела дисциплины | Метод исследования для решения кейса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | Качественные и количественные методы определения содержания свободной извести, несвязанной $SO_3$ , количества кремнеземистых добавок в цементе; качества извести, суммарного содержания активных оксидов кальция и магния, гидратной воды весовым методом, содержания $CO_2$ весовым методом. Определение водостойкости стекла, гидролитического класса. |
| 2                    | Дифференциально-сканирующая калориметрия и дифференциальная термогравиметрия, дилатометрия                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3                    | Рентгенофазовый анализ, Фурье-спектроскопия, оптическая и электронная микроскопия                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4                    | Ситовой анализ, седиментационный анализ, лазерная гранулометрия, методы определения плотности, пористости ВФМ                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5                    | Методики определения предела прочности, твердости и ударной вязкости ВФМ                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



Итоги диагностики представляются в виде отчета, который содержит информацию по всем использованным методам исследования и синтезируемый на их основе вывод по идентификации материала.

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (№1 – по разделам 1,2,3 дисциплины, №2 – по разделам 4 и 5 дисциплины). Максимальная оценка за контрольные работы №1 и №2 составляет 18 и 12 баллов соответственно.

**Разделы 1-3. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 6 баллов за вопрос.**

**Вопрос 1.1.**

- 1) Качественные реакции на наличие различных примесей в глинистом сырье.
- 2) Определение содержания свободной извести этилово-глицератным методом,
- 3) Определение содержания несвязанной  $SO_3$ ,
- 4) Определение количества кремнеземистых добавок в цементе.
- 5) определение содержания  $CO_2$  весовым методом.
- 6) Определение водостойкости стекла,
- 7) Определение гидrolитического класса стекол.
- 8) Классификация спектроскопических методов.
- 9) Масс-спектропия
- 10) Атомно-эмиссионный спектральный анализ

**Вопрос 1.2.**

1. Какие виды измерения можно проводить с помощью термических методов анализа?
2. Какие условия надо учитывать при проведении термических методов анализа? Какие факторы влияют на результат термических методов анализа?
3. Какие вещества используют в качестве эталонов? Требования к ним.
4. Аппаратурное оформление ДТА.
5. Особенности ДТА-анализа оксидных материалов.
6. Особенности ДТА-анализа бескислородных материалов.
7. Сущность и области применения дилатометрии.
8. Конструкции и материалы дилатометров.
9. Теоретические методы расчета ТКЛР полифазных материалов.
10. Термогравиметрия в защитной среде.

**Вопрос 1.3.**

1. Механизм взаимодействия рентгеновского излучения с атомом вещества.
2. Какое теоретическое и практическое значение имеет закон Мозли?
3. Способы количественного РФА, их достоинства и недостатки.
4. Индексы Миллера. Определение индексов Миллера для кристаллов различных сингоний.
5. Количественный спектральный анализ. Формула Б.А. Ломакина.
6. Особенности изготовления образцов в ИК- спектроскопии. Образцы твердых веществ.
7. Особенности определения координации катионов методами ИК- спектроскопии.
8. Полоска Бекке. Особенности анализа с использованием полоски Бекке.
9. Области применения сканирующих электронных микроскопов. Достоинства и недостатки.
10. Исследование наноструктур с помощью сканирующего туннельного микроскопа.

**Раздел 4-5. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 6 баллов за вопрос.**

**Вопрос 2.1.**

1. Задачи гранулометрического анализа. Классификация методов гранулометрического анализа.
2. Характеристики структуры порошков: средний размер частиц, внешняя и внутренняя удельная поверхность, выход по плюсу и по минусу, фракционный состав, функция распределения, фракция, средний размер частиц во фракции.
3. Ситовой анализ и его задачи. Ситовой анализ по сухому, мокрому и комбинированному способам. Достоинства и недостатки.
4. Оценка содержания пылеватой, песчаной и глинистой составляющих в природном пластичном сырье по методу Рутковского.
5. Использование ситового анализа для оценки качества измельчения сырья.
6. Силы, действующие на индивидуальные частицы при седиментации. Условия достижения равновесия.
7. Седиментационный анализ растворимых или взаимодействующих с водой веществ.
8. Пипеточный способ седиментационного анализа. Методика, достоинства и недостатки.
9. Истинная и рентгеновская плотность керамических материалов. Расчет рентгеновской плотности.
10. Определение пористости материалов методом Ле-Шателье.

**Вопрос 2.2.**

1. Способы оценки механической прочности материалов.
2. Предел прочности при сжатии. Эпюры напряжений и расчетные соотношения.
3. Предел прочности при изгибе. Эпюры напряжений и расчетные соотношения.
4. Влияние структуры на механическую прочность.
5. Прочность материалов в условиях воздействия динамической нагрузки.
6. Ударная прочность материалов.
7. Факторы, влияющие на ударную прочность материалов.
8. Микротвердость как техническая характеристика материала.
9. Методы определения твердости, основанные на царапании поверхности твердого тела.
10. Индентирование. Особенности деформации твердого тела при индентировании.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой).**

1. Оценка содержания пылеватой, песчаной и глинистой составляющих в природном пластичном сырье по методу Рутковского.
2. Использование ситового анализа для оценки качества измельчения сырья.
3. Силы, действующие на индивидуальные частицы при седиментации. Условия достижения равновесия.
4. Седиментационный анализ растворимых или взаимодействующих с водой веществ.
5. Пипеточный способ седиментационного анализа. Методика, достоинства и недостатки.
6. Ударная прочность материалов.
7. Факторы, влияющие на ударную прочность материалов.
8. Микротвердость как техническая характеристика материала.
9. Методы определения твердости, основанные на царапании поверхности твердого тела.
10. Индентирование. Особенности деформации твердого тела при индентировании
11. Индексы Миллера. Определение индексов Миллера для кристаллов различных сингоний.
12. Количественный спектральный анализ. Формула Б.А. Ломакина.
13. Особенности изготовления образцов в ИК- спектроскопии. Образцы твердых веществ.
14. Какие вещества используют в качестве эталонов? Требования к ним.
15. Аппаратурное оформление ДТА.
16. Особенности ДТА-анализа оксидных материалов.
17. Особенности ДТА-анализа бескислородных материалов.
18. Сущность и области применения дилатометрии.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Лемешев Д.О., Макаров Н.А. Методы исследования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. 120 с.
2. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В., Власов А.С., Гузман И.Я., Лукин Е.С., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов // Под ред. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. 496 с.
3. Практикум по технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учеб. пособие / Л.И. Сычева, Е.Н. Потапова, Д.О. Лемешев, Н.Ю. Михайленко, А.И. Захаров, И.Н. Тихомирова, А.В. Беляков, Е.Е. Строганова. Под ред. Н.А. Макарова. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 270 с.
4. Потапова Е.Н., Барина О.Н. Микроскопические методы исследования вяжущих материалов: Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. 168 с.
5. Таймасов Б.Т., Классен В.К. Химическая технология вяжущих материалов: учебник – 2-е изд, доп. – Белгород: Изд-во БГТУ. 2017. 448 с.
6. Гулоян, Ю. А. Технология стекла и стеклоизделий: учебник. Владимир: Транзит-ИКС, 2015. 711 с.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Кешишян, Т.Н. Практикум по общей технологии силикатов: учебное пособие. М. : МХТИ, 1969. 140 с.

2. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов. / Под ред. О.М. Петрухина. М.: Химия, 2001. 496 с.
3. Окислительно-восстановительное и комплексонометрическое титрование: практическое пособие по курсу аналитической химии. / Под. ред. В.В. Кузнецова. М. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 60 с.
4. Уэндлант У. Термические методы анализа. М.: Издательство «Мир». 1978. 527 с.
5. Гурецкий И.Я., Кузнецов В.В., Кузнецова Л.Б. и др. Практикум по физико-химическим методам анализа. под ред. Петрухина О.М. М.: «Путь Альянс». 2006. 245 с.
6. Пименова Л.Н. Рентгенофазовый анализ: методические указания по дисциплине «Физико-химические методы исследования». Томск : Издательство томского архитектурно – строительного университета. 2005. 14 с.
7. Власов А.С., Макаров Н.А. Лабораторный практикум по микроскопическим и рентгеновским исследованиям керамики: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. Издат. Центр. 2004. 80 с.
8. Андрианов Н.Т., Беляков А.В., Власов А.С., Гузман И.Я., Лукин Е.С., Мальков М.А., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Практикум по технологии керамики. М.: ООО РИФ «Стройматериалы». 2005. 336 с.
9. Андрианов Н.Т., Беляков А.В., Власов А.С., Гузман И.Я., Лукин Е.С., Мальков М.А., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Химическая технология керамики: учебное пособие для вузов. М.: ООО РИФ «Стройматериалы». 2003. 496 с.
10. Тимашев В.В., Леонов И.И. Технический анализ и контроль производства вяжущих материалов и асбестоцемента. М.: Стройиздат. 1984. 288 с.
11. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. М.: Высшая школа. 1981. 335 с.
12. Андреева Н.А. Химия цемента и вяжущих веществ: Учебное пособие – СПб: СПбГТИ(ТУ), 2005 165 с.
13. Недоливко Н.М., Ежова А.В. Петрографические исследования терригенных и карбонатных пород-коллекторов. Издательство Томского политехнического университета. 2011. 171 с.
14. Практикум по физико-химическим методам анализа. Учебное пособие. / Под ред. О.М. Петрухина, 2-ое изд., стереотипное, исправленное. М.: ООО Путь: ООО ИД АЛЪЯНС, 2006. 248 с.
15. Брыков А.С. Химия силикатных и кремнеземсодержащих вяжущих материалов: Учебное пособие – СПб: СПбГТИ(ТУ). 2011. 147 с.
16. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих веществ. М.: Высшая школа, 1980. 472 с.
17. Кудряшов Н.И., Кривобородов Ю.Р. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. 132 с.
18. Корнеев В.И., Зозуля П.В., Медведева И.Н.. Технология сухих строительных смесей: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 372 с.
19. Михайленко, Н.Ю. Технологические свойства стекла: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. 127 с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал Стекло и керамика. ISSN: 0131-9582
- Журнал Техника и технология силикатов. ISSN: 2076-0655
- Journal of the American Ceramic Society. ISSN: 1551-2916

- Journal of the European Ceramic Society. ISSN: 0955-2219
- Строительные материалы. ISSN 0585-430X
- Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века. ISSN 1729-9209
- Цемент и его применение. ISSN 1607-8837
- Construction and Building Materials. ISSN 0950-0618
- Cement and Concrete Composites. ISSN 0958-9465
- Cement and Concrete Research. ISSN 0008-8846
- Cement International. ISSN 1610-6199
- ZKG: Zement-Kalk-Gips International. ISSN 0722-4400
- Журнал Физика и химия стекла. ISSN: 0132-6651
- European Journal of Glass Science and Technology. Part A. ISSN: 1753-3546

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://e.lanbook.com>

<http://lib.muctr.ru/>

<http://www2.viniti.ru/>

<http://elibrary.ru>

<http://www.scopus.com>

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 160);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 250);
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Инструментальные методы исследования в химической технологии*» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Аудитория для проведения практических и лабораторных работ, оснащенная набором посуды, реактивов, оборудованием - лабораторные столы и шкафы, весовой стол, весы технические и аналитические, плитки электрические, сушильные шкафы, штативы, дистиллятор, вибростол, установка для проведения седиментационного анализа пипеточным способом, набор сит, установка для определения удельной поверхности, фотокалориметр, дериватограф, кварцевый dilatометр, рентгеновский дифрактометр, Фурье-спектрометр, поляризационный микроскоп и наборы иммерсионных жидкостей, сканирующий электронный микроскоп, разрывная машина, маятниковый копер.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебно-наглядные пособия не предусмотрены.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| <b>№ п/п</b> | <b>Наименование программного продукта</b>                                                         | <b>Реквизиты договора поставки</b>     | <b>Количество лицензий</b>                                                                                             | <b>Срок окончания действия лицензии</b> |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.           | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 20 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                              |
| 2.           | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                                     | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 5 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                              |
| 3.           | Управление проектами Project expert tutorial                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                              |
| 4.           | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020   | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                              |
| 5.           | SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers                                  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                              |
| 6.           | Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024 | Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест | бессрочная                              |
| 7.           | Среда разработки Delphi                                                                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                              |
| 8.           | Среда разработки C++ Builder                                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                              |
| 9.           | Среда разработки Simulink Control Design                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010              | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                              |

|     |                                                                                                     |                                       |                                               |            |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|     | Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                               | от 14.12.10                           | станциях                                      |            |
| 10. | Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle                                               | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 11. | OriginPro 8.1 Department Wide License                                                               | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 12. | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 13. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 14. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                                         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 15. | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                                            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 3 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 16. | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 17. | Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 18. | Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 19. | Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 20. | System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 21. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 22. | Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |



|     |                                                                                                                                                                     |                                        |                                                |                                                                                            |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 23. | Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 24. | Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                 | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
|     | Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 26. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 27. | NI Circuit Design Suite                                                                                                                                             | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 10 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 28. | Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL                                                                 | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 13 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 29. | Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens                                                | Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022   | 13 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 30. | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                                                                                                                | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 31. | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                                                                      | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                                 |
| 32. | Micosoft Office Standard 2013                                                                                                                                       | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 33. | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul> | Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019 | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

|     |                                                                                                  |                                           |                                               |                                                                                 |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 34. | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition                            | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | -                                             | 24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 35. | iSpring Suite Max                                                                                | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | 02.12.2025                                                                      |
| 36. | iSpring Suite версия 11                                                                          | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | 02.12.2025                                                                      |
| 37. | Планы Мини                                                                                       | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1                                             | 30.09.2025                                                                      |
| 38. | Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64 | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024    | 60 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                      |
| 39. | COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)                                             | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023   | 1                                             | бессрочная                                                                      |
| 40. | COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)                                            | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023   | 1                                             | бессрочная                                                                      |
| 41. | Антиплагиат.ВУЗ 5.0                                                                              | Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025     | 1                                             | 19.05.2026                                                                      |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                                                         | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Формы и методы контроля и оценки                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/> <b>Аналитические и спектральные методы исследования химического состава ВФМ.</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения;</li> <li>– устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа;</li> <li>– требования, предъявляемые к объектам исследований, особенности подготовки образцов;</li> <li>– ограничения, накладываемые на использование методов, точность измерения характеристик материала для каждого метода.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать методику проведения научного исследования;</li> <li>– обрабатывать экспериментальные данные;</li> <li>– анализировать результаты научных исследований.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за решение кейса</p> |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/> <b>Термические методы анализа ВФМ.</b></p>                                           | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения;</li> <li>– устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа;</li> <li>– требования, предъявляемые к объектам исследований, особенности подготовки образцов;</li> <li>– ограничения, накладываемые на использование методов, точность измерения характеристик материала для каждого метода.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать методику проведения научного исследования;</li> <li>– обрабатывать экспериментальные данные;</li> <li>– анализировать результаты научных исследований.</li> </ul>                                                                                                                                                                            | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за решение кейса</p> |

|                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                  | <p><i>Владеет:</i></p> <p>навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                               |
| <p><b>Раздел 3.</b></p> <p><b>Методы исследования фазового состава и структуры ВФМ.</b></p>                                                                      | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения;</li> <li>– устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа;</li> <li>– требования, предъявляемые к объектам исследований, особенности подготовки образцов;</li> <li>– ограничения, накладываемые на использование методов, точность измерения характеристик материала для каждого метода.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать методику проведения научного исследования;</li> <li>– обрабатывать экспериментальные данные;</li> <li>– анализировать результаты научных исследований.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <p>навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за решение кейса</p> |
| <p><b>Раздел 4.</b></p> <p><b>Методы исследования дисперсности порошкообразных материалов (гранулометрия).</b></p> <p><b>Исследование поровой структуры.</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения;</li> <li>– устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа;</li> <li>– требования, предъявляемые к объектам исследований, особенности подготовки образцов;</li> <li>– ограничения, накладываемые на использование методов, точность измерения характеристик материала для каждого метода.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать методику проведения научного исследования;</li> <li>– обрабатывать экспериментальные данные;</li> <li>– анализировать результаты научных исследований.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p>                                                                                                        | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за решение кейса</p> |

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                             | <p>навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                               |
| <p><b>Раздел 5. Методы определения физико-механических свойств ВФМ.</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения;</li> <li>– устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа;</li> <li>– требования, предъявляемые к объектам исследований, особенности подготовки образцов;</li> <li>– ограничения, накладываемые на использование методов, точность измерения характеристик материала для каждого метода.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать методику проведения научного исследования;</li> <li>– обрабатывать экспериментальные данные;</li> <li>– анализировать результаты научных исследований.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <p>навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за решение кейса</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Инструментальные методы исследования в химической технологии»**  
**основной образовательной программы**  
**18.04.01 Химическая технология**  
**магистерская программа**  
**«Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»**

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«_____»_20____<br>_____г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«_____»_____20____г.      |
| 3.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«_____»_____20____г.      |
| 4.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«_____»_____20____г.      |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«_____»_____20____г.      |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Материаловедение, технологии и организация производства  
высокотемпературных функциональных материалов»**

**Направление подготовки  
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа  
«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**



Программа составлена профессором кафедры химической технологии керамики и огнеупоров д.т.н А.Л. Юрковым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева «13» июня 2025 г., протокол № 17.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**, накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *химической технологии керамики и огнеупоров* РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина *«Материаловедение, технологии и организация производства высокотемпературных функциональных материалов»* относится к факультативным дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, неорганической и физической химии, технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

**Цель дисциплины** – Приобретение студентами знаний по материаловедению высокотемпературных неорганических материалов и изделий из высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), а также по технологии ВФМ и организации производств изделий из ВФМ (включая работу по составлению бизнес планов организации новых производств руководителя проекта, технического директора, директора по технологии, директора по маркетингу и начальника центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ).

**Задачи дисциплины** –научить студента основам материаловедения ВФМ, свойствам ВФМ, методам определения свойств ВФМ, системам стандартов определения свойств, входному и выходному контролю свойств изделий, принципиальным базовым схемам технологии ВФМ, а также составлению бизнес-планов организации новых производств ВФМ в условиях рыночной экономики.

Дисциплина *«Материаловедение, технологии и организация производства высокотемпературных функциональных материалов»* преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                  | Объект или область знания                                                                                                                                            | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                               | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта)<br>Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>                                                                                                               |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.1 Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ<br>ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ<br>ПК-4.3 Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов<br>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них</p> | <p>ПК-5.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ</p> <p>ПК-5.2 Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</p> <p>ПК-5.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p> | <p>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н). Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла</p> <p>ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018 № 573н). Обобщенная трудовая функция Н Организация научно-экспериментальных исследований применяемых неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, для выбора перспективных компонентов и материалов из них с целью внедрения их в производство; уровень квалификации 7, трудовая функция Н/03.7 Руководство теоретическими и экспериментальными исследованиями в рамках создания нового объекта интеллектуальной собственности в области производства ракетно-космических комплексов и систем</p> |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:* – основы организации входного и выходного контроля продукции предприятия, свойства высокотемпературных функциональных материалов и методы их измерения, организацию работ по составлению бизнес-планов новых производств ВФМ, включая работы по выбору технологии, оборудования, маркетинговой проработки производства нового вида ВФМ, организации контроля качества свойств новой продукции.

*Уметь:* составлять бизнес-план (техническую часть) организации производства ВФМ, разбираться в свойствах ВФМ и измерении свойств ВФМ, проводить подбор измеряемых свойств и частоту измерений, принимать решения о необходимости введения входного контроля свойств и разработки новых методов измерения свойств ВФМ.

*Владеть:* - знаниями о свойствах материалов и о прогрессивных технологических процессах, обеспечивающих высокое качество продукции, техническими решениями, обеспечивающими высокую производительность, уменьшение загрязнения окружающей среды, улучшение условий труда; способами поиска и анализа нормативной документации.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины       |            |              |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|--------------|
|                                                    | ЗЕ                     | Акад. ч    | Астр. ч      |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>3,0</b>             | <b>108</b> | <b>81</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,41</b>            | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| Лекции                                             | 0,94                   | 34         | 25,5         |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,47                   | 17         | 12,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 0,47                   | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                     | <b>1,56</b>            | <b>57</b>  | <b>42,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 1,58                   | 0,4        | 0,3          |
| Бизнес-план                                        |                        | 36,6       | 27,45        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 20         | 15           |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                        |            |              |
| <b>Зачет с оценкой</b>                             | +                      | +          | +            |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |            |              |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                                                                                                         | Всего      | Лекции    | Прак.<br>зан. | Сам.<br>работа |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|---------------|----------------|
| 1.       | Свойства материалов                                                                                                                       | 19         | 12        | -             | 7              |
| 2.       | Технологии получения ВФМ материалов.                                                                                                      | 17         | 10        | -             | 7              |
| 3.       | Технологии Материалов                                                                                                                     | 17         | 10        | -             | 7              |
| 4.       | Взгляды на материалы производителя материалов, конструктора и специалиста по эксплуатации.<br>Деловые игры по организации производств ВФМ | 55         | 2         | 17            | 36             |
|          | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                              | <b>108</b> | <b>34</b> | <b>17</b>     | <b>57</b>      |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Свойства материалов**

- 1.1. Основные задачи материаловедения.
- 1.2. **Структура реальных материалов.**
- 1.3. Механические свойства
- 1.4 Термомеханические свойства
- 1.5 Теплофизические свойства.
- 1.6 Термостойкость.
- 1.7 Электрические, магнитные и оптические свойства ВФМ материалов.
- 1.8 Коррозионная стойкость

### **Раздел 2. Технологии получения высокотемпературных функциональных материалов.**

- 2.1. Получение порошков для производства ВФМ.
- 2.2. Виды компактирования
- 2.3. Спекание.
- 2.4 Реакционное спекание и СВС процессы.
- 2.5 Современные методы получения материалов из порошков

### **Раздел 3. Технологии Материалов**

- 3.1. Керамика и огнеупоры
- 3.2. Стекло и стеклокристаллические материалы
- 3.3. Цементы, вяжущие и бетоны
- 3.4 Пористые и волокнистые теплоизоляционные материалы.
- 3.5 Углеродные материалы.
- 3.6 Углеродные волокна. Углеродные композиты.
- 3.7 Терморасширенный графит и графитовая фольга
- 3.8 Керметы. Изделия порошковой металлургии
- 3.9 Покрытия

### **Раздел 4. Свойства материалов. Взгляды на материалы производителя материалов, конструктора и специалиста по эксплуатации.**

#### **Деловые игры по организации производств ВФМ**

- 5.1 Организация производства порошков кокса, антрацита, графита, огнеупорной и беложгущейся глины, магнезита
- 5.2. Организация производства порошков стекла Е, кварцевого стекла, карбида кремния, карбида бора.
- 5.3. Организация производства металлургического глинозема и порошка оксида алюминия для спекания керамики
- 5.4. Организация производства порошков для зубных цемента
- 5.5. Организация производства порошков для конструкционной керамики из частично стабилизированного диоксида циркония.
- 5.6. Организация производства порошков для керметов и изделий порошковой металлургии – железо, карбид вольфрама – кобальт.

- 5.7. Организация производства порошков терморасширенного графита, вермикулита, перлита, микросфер из стекла, микросфер из оксида алюминия.
- 5.8. Организация производства а) Фарфор. б) строительная плитка в) плитка – каменное литье г) Строительный кирпич
- 5.9. Организация производства. Огнеупоры а) шамот б) Глиноземистые огнеупоры в) неформованные огнеупоры
- 5.10. Организация производства. Огнеупоры а) Периклазо-углеродистые б) углеродистые в) электроплавленные г) карбидкремниевые
- 5.11. Организация производства. Техническая керамика а) корунд б) карбид кремния в) диоксид циркония
- 5.12. Организация производства. Керамика а) космическая б) карбидкремниевый композит для авиации в) ударостойкая (броневая) г) прозрачная
- 5.13. Организация производства. Электронагреватели а) карбид кремния б) дисилицид молибдена в) хромит лантана г) диоксид циркония и диоксид гафния
- 5.14. Организация производства. Высокотеплопроводные материалы. Нитриды бора и алюминия, оксид бериллия.
- 5.15. Организация производства а) Биокерамика б) Сегнетоэлектрики титанат бария, в) ферриты
- 5.16. Организация производства Керамика – аддитивные технологии. Электроплавленная керамика
- 5.17. Организация производства. Цемент. а) Портланд-цемент б) высокоглиноземистый цемент в) производство бетонов
- 5.18. Организация производства. Бетоны а) огнеупорные бетоны б) фасонные изделия из бетонов в) композиты г) аддитивные технологии
- 5.19. Организация производства. Стекло а) оконное стекло, б) бутылочное стекло в) кварцевое стекло
- 5.20. Организация производства. Стекло а) композиты б) лазерные стекла в) ударопрочные стекла г) аддитивные технологии, ситаллы, рубиновое стекло
- 5.21. Организация производства. Электроды для металлургии а) аноды б) катоды в) электроды г) доменные блоки. д) электроды для ИТ?
- 5.22. Организация производства. Теплоизоляционные материалы а) диатомитовый кирпич, вермикулитовая плита б) силикат кальция в) волокнистые материалы (огнезащита???)
- 5.23. Организация производства. Волокно а) минеральное (базальтовое, муллитокремнеземистое, кварцевое) б) углеродное в) карбидкремниевое. Ткань
- 5.24. Организация производства. а) Керамический войлок б) керамическая бумага и) керамический шнур
- 5.25. Организация производства. Терморасширенный графит б) графитовая фольга в) огнезащита (?)
- 5.26. Организация производства. Композиты а) полимерные волокниты (?) б) углерод-углеродные композиты в) карбид кремния-карбид кремния



5.27. Организация производства. А) СВС производство порошков нитрида бора, нитрида кремния, карбида кремния, диборида гафния. б) СВС производство  $Ni_3Al$  в) СВС силовое компактирование диборида титана, г) СВС производство покрытий

5.28. Организация производства. Порошковая металлургия а) железо, никель б) карбид вольфрама – кобальт

5.29. Организация производства Покрытия а) шликерные - стекло, б) керамика, в) напыленные Thermal spray оксид алюминия, г) диффузионные – карбид кремния д) покрытия авиационных сплавов

Деловые игры «Взгляд на выпускаемый материал ученого, разработчика, конструктора агрегатов, потребителя (заказчика) «Анализ причин выхода из строя теплового агрегата»

5.30 Анализ причин остановки сталелитейного конвертора.

5.31. Анализ причин повышенного расхода углеродных электродов в сталелитейной электропечи.

5.32. Анализ причин преждевременного старения печи для обжига углеродных анодов

5.33. Анализ причин преждевременного отключения электролитической ванны для электролиза алюминия (1)

5.34. Анализ причин преждевременного отключения электролитической ванны для электролиза алюминия (2)

5.35. Анализ причин выхода из строя карбидкремниевых плит

5.36. Вертикально и горизонтально интегрированное производство карбида кремния

5.37. Вертикально и горизонтально интегрированное производство оксида алюминия

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                                                                                                                    | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                                                         | Раздел<br>1                                        | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                      | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                            |                                                    |             |             |             |
| 1                                                                                                                    | – основы организации входного и выходного контроля продукции предприятия, свойства высокотемпературных функциональных материалов и методы их измерения.                                                                                  | +                                                  | +           | +           | +           |
| 2                                                                                                                    | – организацию работ по составлению бизнес-планов новых производств ВФМ, включая работы по выбору технологии, оборудования, маркетинговой проработки производства нового вида ВФМ. организации контроля качества свойств новой продукции. | +                                                  | +           | +           | +           |
| 3                                                                                                                    | – организации контроля качества свойств новой продукции.                                                                                                                                                                                 | +                                                  | +           | +           | +           |
|                                                                                                                      | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                            |                                                    |             |             |             |
| 4                                                                                                                    | – составлять бизнес-план (техническую часть) организации производства ВФМ                                                                                                                                                                | +                                                  | +           | +           | +           |
| 5                                                                                                                    | – разбираться в свойствах ВФМ и измерении свойств ВФМ                                                                                                                                                                                    | +                                                  | +           | +           | +           |
| 6                                                                                                                    | – проводить подбор измеряемых свойств и частоту измерений                                                                                                                                                                                | +                                                  | +           | +           | +           |
| 7                                                                                                                    | – принимать решения о необходимости введения входного контроля свойств и разработки новых методов измерения свойств ВФМ                                                                                                                  | +                                                  | +           | +           | +           |
|                                                                                                                      | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                          |                                                    |             |             |             |
| 8                                                                                                                    | – знаниями о свойствах материалов и о прогрессивных технологических процессах, обеспечивающих высокое качество продукции                                                                                                                 | +                                                  | +           | +           | +           |
| 9                                                                                                                    | – техническими решениями, обеспечивающими высокую производительность, уменьшение загрязнения окружающей среды, улучшение условий труда                                                                                                   | +                                                  | +           | +           | +           |
| 10                                                                                                                   | – способами поиска и анализа нормативной документации.                                                                                                                                                                                   | +                                                  | +           | +           | +           |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения</i> : |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                    |             |             |             |
|                                                                                                                      | <b>Код и наименование ПК</b>                                                                                                                                                                                                             | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b> |             |             |             |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |   |   |   |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 1 | <p>– ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств</p>              | <p>ПК-4.1 Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ<br/> ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ<br/> ПК-4.3 Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ</p> | + | + | + | + |
| 2 | <p>– ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них</p> | <p>ПК-5.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ<br/> ПК-5.2 Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ<br/> ПК-5.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p>                                                  | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                              | Часы      |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4                    | Организация производства порошков кокса, антрацита, графита, огнеупорной и беложгущейся глины, <b>магнезита</b>                                                        | 17        |
|                      | Организация производства порошков стекла Е, кварцевого стекла, <b>карбида кремния, карбида бора.</b>                                                                   |           |
|                      | Организация производства металлургического глинозема и порошка оксида алюминия для спекания керамики                                                                   |           |
|                      | Организация производства порошков для конструкционной керамики из частично стабилизированного <b>диоксида циркония.</b>                                                |           |
|                      | Организация производства порошков для керметов и изделий порошковой металлургии – железа, <b>карбид вольфрама – кобальт.</b>                                           |           |
|                      | Деловые игры «Взгляд на выпускаемый материал ученого, разработчика, конструктора агрегатов, потребителя (заказчика) «Анализ причин выхода из строя теплового агрегата» |           |
|                      | Анализ причин остановки сталелитейного конвертора.                                                                                                                     |           |
|                      | Анализ причин повышенного расхода углеродных электродов в сталелитейной электропечи.                                                                                   |           |
|                      | Вертикально и горизонтально интегрированное производство оксида алюминия                                                                                               |           |
|                      | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                                           | <b>17</b> |

### 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «*Материаловедение, технологии и организация производства высокотемпературных функциональных материалов*», не предусмотрен.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ; а также ознакомление с сайтами компаний, специализирующихся на выпуске ВФМ по специализированным тематикам.

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета с оценкой** по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценки за выполнение 2-х контрольных работ за Раздел 1. Свойства материалов, Раздел 2. Технологии получения высокотемпературных функциональных материалов, Раздел 3. Технологии Материалов (максимальная оценка 20 баллов), и итогового контроля в форме **зачета с оценкой** (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

*Написание рефератов не предусмотрено.*

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

Вопрос 1.1

1. Опишите формы контроля свойств материалов. Выпускаемых на производстве (входной, выходной, независимый). Как они осуществляются. И для чего это надо?
2. Вариативность свойств материала. Индексы **Ср** и **Срк**

Вопрос 1.2.

1. Комплекс механических свойств ВФМ.
2. Термомеханические свойства ВФМ. Понятие о безопасной температуре эксплуатации материалов

#### **Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

Вопрос 2.1.

1. Механические свойства материалов. В каких случаях при производстве материалов контролируют твердость? Трещиностойкость?

2. Электрические свойства материалов. Приведите примеры продукции, для которой надо контролировать электрические свойства.

Вопрос 2.2.

1. Понятие о спекании материалов. Механизмы спекания
2. Керамические материалы, получаемые методом горячего прессования и горячего изостатического прессования.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

Вопрос 3.1.

1. Химические методы получения порошков.
2. Компактирование порошков наноматериалов

Вопрос 3.2.

1. Спекание порошков керамических наноразмерных порошков
2. Реакционное спекание керамических материалов

**8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зачет с оценкой).**

Билет к зачету с оценкой включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Опишите формы контроля свойств материалов. Выпускаемых на производстве (входной, выходной, независимый). Как они осуществляются. И для чего это надо?
2. Вариативность свойств материала. Индексы Ср и Срк
3. По каким основным параметрам контролируются свойства выпускаемых материалов на предприятии?

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

**8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (3 семестр).**

*Зачет с оценкой* по дисциплине «*Материаловедение, технологии и организация производства высокотемпературных функциональных материалов*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из 2х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *зачета с оценкой*:

|                                                                                                                       |                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. каф. ХТКиО<br/>_____<br/>(Подпись) Н.А. Макаров<br/>(И. О. Фамилия)<br/>«__» _____ 20__г.</p> | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                                                               |
|                                                                                                                       | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b>                                                                   |
|                                                                                                                       | <b>Кафедра химической технологии керамики и огнеупоров</b>                                                                                       |
|                                                                                                                       | <b>18.04.01 Химическая технология<br/>Магистерская программа –<br/>«Химическая технология высокотемпературных<br/>функциональных материалов»</b> |

|                                                                                                              |                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                              | <b>Материаловедение, технологии и организация<br/>производства высокотемпературных функциональных<br/>материалов</b> |
| <b>Билет к зачету с оценкой № 1</b><br>1. Виды компактирования порошков ВФМ.<br>2. Реакционное спекание ВФМ. |                                                                                                                      |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В. и др. Химическая технология керамики: Учебное пособие для вузов. Под ред. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. 496 с.
2. Абрашнев А.С. и др. Технология стекла. Справочные материалы. Под ред. П.Д. Саркисова. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 647 с.
3. Таймасов Б.Т., Классен В.К. Химическая технология вяжущих материалов: Учебник. 2-е изд, доп. Белгород: Изд-во БГТУ. 2017. 448 с.

#### Б. Дополнительная литература

4. Оксидная керамика: спекание и ползучесть: Учебное пособие для вузов / В.С. Бакунов, А.В. Беляков, Е.С. Лукин, У.Ш. Шаяхметов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 583 с.
5. Захаров, А. И. Повышение энергетической и экологической эффективности производства керамических изделий. Технологические, технические и управленческие подходы. Вопросы стандартизации и сертификации: Учебное пособие / А. И. Захаров, М. А. Вартанян, Т. В. Гусева. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 139 с.
6. Экологические аспекты производства цемента / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. Н. Потапова, С. П. Сивков. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013. 148 с.
7. Классен В.К. Технология и оптимизация производства портландцемента. Белгород, 2011. 305 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

#### Журналы:

1. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582.
2. Огнеупоры и техническая керамика. ISSN 0369-7290
3. Новые огнеупоры. ISSN 1689-4518
4. Строительные материалы. ISSN 1729-9209
5. Строительные материалы XXI века. ISSN 1729-9209.
6. Keramische Zietschrift. ISSN 0023-0561.
7. Ceramic Bulletin (Amer.Cer.Soc.). ISSN 0022-7812.
8. Ceramic Industries International. ISSN 0305-7623.
9. International Journal of Applied Ceramic Technology. ISSN (printed): 1546-542X. ISSN (electronic): 1744-7402.
10. Ceramics Technical. ISSN 1324-4175.
11. Glass and Ceramics. ISSN 0361-7610.
12. World Ceramics and Refractories. ISSN 0959-6127.
13. Ceramics Abstracts/World Ceramic Abstracts. ISSN 0883-2900.
14. Engineered Materials Abstracts, Ceramics. ISSN 0002-7812.
15. Ceramic Industries International. ISSN 0958-9899.
16. Ceramic Industry – the magazine for refractories, traditional & advanced ceramic manufacturers. ISSN 0009-0220.
17. Ceramic Engineering and Science Proceedings. ISSN 0196-6219.
18. Ceramics International. ISSN 0272-8842.



Интернет-ресурсы:

- [www.centerprioritet.ru/](http://www.centerprioritet.ru/) – СМЦ «Приоритет» – техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> – «Нанометр» - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> – «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> – Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx/> – Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> – In Tech. Open Science
- [http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry\\_tech/silicate/](http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/) – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
- <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru/> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> – ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> – Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> – поисковая система по книгам
- <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (При необходимости)**

Для реализации рабочей программы используются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым

дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Материаловедение, технологии и организация производства высокотемпературных функциональных материалов»* проводятся в форме лекция, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

Кафедральная библиотека с ресурсами ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева по профилю дисциплины.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; интерактивная доска; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам керамических материалов и керамоматричных композитов; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральная библиотека электронных изданий.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № | Наименование | Реквизиты | Количество лицензий | Срок |
|---|--------------|-----------|---------------------|------|
|---|--------------|-----------|---------------------|------|

| п/п | программного<br>продукта                                                                                       | договора<br>поставки                   |                                                                                                                        | окончания<br>действия<br>лицензии |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                                                                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 20 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                        |
| 2.  | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                                                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 5 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                        |
| 3.  | Управление проектами Project expert tutorial                                                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                        |
| 4.  | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users                | Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020   | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                        |
| 5.  | SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers                                               | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                        |
| 6.  | Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП              | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024 | Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест | бессрочная                        |
| 7.  | Среда разработки Delphi                                                                                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                        |
| 8.  | Среда разработки C++ Builder                                                                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                        |
| 9.  | Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                        |
| 10. | Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                        |
| 11. | OriginPro 8.1 Department Wide License                                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                        |
| 12. | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                        |
| 13. | Программа обработки экспериментальных                                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010              | 1 лицензия для активации на рабочих                                                                                    | бессрочная                        |

|     |                                                                                                     |                                       |                                               |            |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|     | данных Chemdraw pro                                                                                 | от 14.12.10                           | станциях                                      |            |
| 14. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                                         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 15. | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                                            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 3 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 16. | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 17. | Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 18. | Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 19. | Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 20. | System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 21. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 22. | Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 23. | Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 24. | Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 25. | Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |

|     |                                                                                                                                     |                                                  |                                                      |                                                                                                                 |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 26. | Curve Fitting Toolbox<br>Classroom new Product<br>From 25 to 49 Concurrent<br>Licenses (per License)                                | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10      | 25 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная                                                                                                      |
| 27. | NI Circuit Design Suite                                                                                                             | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10      | 10 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная                                                                                                      |
| 28. | Неисключительная<br>лицензия OriginLab<br>ORIGINPRO- New<br>License Node-Lock<br>License Singl Seat<br>EDUCATIONAL                  | Контракт № 90-<br>133ЭА/2021 от<br>07.09.2021    | 13 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная                                                                                                      |
| 29. | Неисключительная<br>лицензия Originlab<br>Annual Maintenance<br>Renewal OriginPro 2022b<br>Perpetual Node-Locked<br>Academic Licens | Контракт №72-<br>99ЭА/2022 от<br>29.08.2022      | 13 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная                                                                                                      |
| 30. | WINDOWS 8.1<br>Professional Get Genuine                                                                                             | Контракт № 62-<br>64ЭА/2013<br>от 02.12.2013     | 24 лицензии для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная                                                                                                      |
| 31. | WINHOME 10 Russian<br>OLV NL Each<br>AcademicEdition                                                                                | Контракт № 28-<br>35ЭА/2020 от<br>26.05.2020     | 150 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях | бессрочная                                                                                                      |
|     | Micosoft Office Standard<br>2013                                                                                                    | Контракт № 62-<br>64ЭА/2013<br>от 02.12.2013     | 24 лицензии для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная                                                                                                      |
| 33. | Microsoft Office Standard<br>2019<br>В составе:<br>• Word<br>• Excel<br>• Power Point<br>• Outlook                                  | Контракт<br>№175-<br>262ЭА/2019 от<br>30.12.2019 | 150 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях | 12 месяцев<br>(ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом перехода<br>на обновлённую<br>версию<br>продукта) |
| 34. | Kaspersky Endpoint<br>Security для бизнеса –<br>Стандартный Russian<br>Edition                                                      | Договор № 99-<br>155ЭА-223/2024<br>от 25.11.2024 | -                                                    | 24 месяца<br>(продление<br>подписки с<br>правом перехода<br>на обновлённую<br>версию<br>продукта)               |
| 35. | iSpring Suite Max                                                                                                                   | Договор № 99-<br>155ЭА-223/2024<br>от 25.11.2024 | 1 лицензия для<br>активации на рабочих<br>станциях   | 02.12.2025                                                                                                      |
| 36. | iSpring Suite версия 11                                                                                                             | Договор № 99-<br>155ЭА-223/2024<br>от 25.11.2024 | 1 лицензия для<br>активации на рабочих<br>станциях   | 02.12.2025                                                                                                      |
| 37. | Планы Мини                                                                                                                          | Договор № 99-<br>155ЭА-223/2024                  | 1                                                    | 30.09.2025                                                                                                      |

|     |                                                                                                  |                                         |                                               |            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|     |                                                                                                  | от 25.11.2024                           |                                               |            |
| 38. | Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64 | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024  | 60 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 39. | COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)                                             | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023 | 1                                             | бессрочная |
| 40. | COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)                                            | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023 | 1                                             | бессрочная |
| 41. | Антиплагиат.ВУЗ 5.0                                                                              | Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025   | 1                                             | 19.05.2026 |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                 | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Формы и методы контроля и оценки                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1.</b><br>Механические и термомеханические свойства ВФМ     | <b>Знает:</b> основы организации входного и выходного контроля продукции предприятия, свойства высокотемпературных функциональных материалов и методы их измерения.<br><b>Умеет:</b> составлять бизнес-план (техническую часть) организации производства ВФМ<br><b>Владеет:</b> знаниями о свойствах материалов и о прогрессивных технологических процессах, обеспечивающих высокое качество продукции                                                                                                                                          | Оценка за контрольную работу № 1<br><br>Оценка за <b>зачет с оценкой</b> (3 семестр) |
| <b>Раздел 2.</b><br>Выход из строя ВФМ из-за термомоударов и коррозии | <b>Знать:</b><br>- организацию работ по составлению бизнес-планов новых производств ВФМ, включая работы по выбору технологии, оборудования, маркетинговой проработки производства нового вида ВФМ. организации контроля качества свойств новой продукции.<br><b>Уметь:</b><br>- разбираться в свойствах ВФМ и измерении свойств ВФМ<br>- проводить подбор измеряемых свойств и частоту измерений<br><b>Владеть:</b><br>- знаниями о свойствах материалов и о прогрессивных технологических процессах, обеспечивающих высокое качество продукции | Оценка за контрольную работу № 2<br><br>Оценка за <b>зачет с оценкой</b> (3 семестр) |

|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>Технологии традиционных и современных ВФМ</p>                                                                                                                          | <p><b>Знать:</b><br/>- организации контроля качества свойств новой продукции.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>- принимать решения о необходимости введения входного контроля свойств и разработки новых методов измерения свойств ВФМ</p> <p><b>Владеть:</b><br/>- способами поиска и анализа нормативной документации.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за <b>зачет с оценкой</b> (3 семестр)</p> |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/>Свойства материалов. Взгляды на материалы производителя материалов, конструктора и специалиста по эксплуатации.</p> <p>Деловые игры по организации производств ВФМ</p> | <p><b>Знать:</b><br/>- основы организации входного и выходного контроля продукции предприятия, свойства высокотемпературных функциональных материалов и методы их измерения.<br/>- организацию работ по составлению бизнес-планов новых производств ВФМ, включая работы по выбору технологии, оборудования, маркетинговой проработки производства нового вида ВФМ.<br/>- организации контроля качества свойств новой продукции.<br/>- организации контроля качества свойств новой продукции.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>- составлять бизнес-план (техническую часть) организации производства ВФМ<br/>- разбираться в свойствах ВФМ и измерении свойств ВФМ<br/>- проводить подбор измеряемых свойств и частоту измерений<br/>- принимать решения о необходимости введения входного контроля свойств и разработки новых методов измерения свойств ВФМ</p> <p><b>Владеть:</b><br/>- знаниями о свойствах материалов и о прогрессивных технологических процессах, обеспечивающих высокое качество продукции<br/>- техническими решениями, обеспечивающими высокую производительность, уменьшение загрязнения окружающей среды,<br/>улучшение условий труда<br/>- способами поиска и анализа нормативной документации.</p> | <p>Оценка за <b>зачет с оценкой</b> (3 семестр)</p>                                        |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).



**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Материаловедение, технологии и организация производства высокотемпературных**  
**функциональных материалов»**  
**основной образовательной программы**

18.04.01 Химическая технология

магистерская программа

«Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности  
высокотемпературных функциональных материалов»**

**Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа – «Химическая технология  
высокотемпературных функциональных материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена к.х.н., доцентом, доцентом кафедры коллоидной химии  
О.В. Яровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Коллоидной химии «27» июня 2025 г., протокол № 14

---

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой коллоидной химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина «Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности высокотемпературных функциональных материалов» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей, неорганической, физической и коллоидной химии.

**Цель дисциплины** - получение дополнительных знаний о подходах к исследованию свойств поверхности; получение умений в области прогнозирования свойств поверхности, и формирование компетенций в области проектирования структуры и свойств поверхности твердых тел. Программа включает в себя углубленное изучение экспериментальных и теоретических методов исследования процессов, происходящих на границах раздела фаз твердое-газ и твердое-жидкость, и методов определения свойств реальных поверхностей.

**Задачи дисциплины** - показать взаимосвязь основных коллоидно-химических свойств систем с технологическими характеристиками различных материалов; выработать у студентов навыки применения имеющихся знаний к выбору методов исследования, выбору современного оборудования и подходов к прогнозированию свойств поверхности; ознакомить со сведениями о различиях в строении различных типов поверхности; с основными методами получения атомарно-чистых поверхностей, основными особенностями современных установок для получения атомарно-чистых поверхностей; с методами оценки величины поверхностной энергии твердых тел; ознакомить с закономерностями смачивания идеальных и реальных твердых тел жидкостями, в том числе, с закономерностями условно-химического смачивания расплавами металлов и оксидов, с особенностями оборудования для определения краевых углов на реальных поверхностях; углубить знания о расчете молекулярной и электростатической составляющей расклинивающего давления при взаимодействии частиц различной формы и природы; ознакомить с современными представлениями о структурной составляющей расширенной теории ДЛФО; выработать у студентов навыки прогнозирования процессов, происходящих в системе, на основе анализа потенциальных кривых.

Дисциплина «Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности высокотемпературных функциональных материалов» преподается в 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

### Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                     | Объект или область знания                                                                                                                                                                                                                                                    | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                               | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                                              | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации. | Химическое, химико-технологическое производство<br><br>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства). | ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ | Профессиональный стандарт<br>26.026 «Инженер технолог по производству листового стекла»<br>40.086 «Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве»,<br>40.136 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения технологии материалов»,<br>утвержденный приказом Министерства труда и |
|                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                              | ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на                                                                                                                                                               | ПК-5.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них,                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|  |  |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ                                                                       | социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6). |
|  |  |                                                                                                                                                                            | ПК-5.2 Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|  |  |                                                                                                                                                                            | ПК-5.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

**Знать:**

- современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности;
- основные подходы к определению поверхностной энергии и поверхностного натяжения на различных границах раздела фаз;
- возможности и ограничения современного оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей;
- основные направления развития теории ДЛФО и области ее применимости для оценки и прогнозирования свойств поверхности.

**Уметь:**

- проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности;
- планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности;
- использовать современные представления теории ДЛФО для оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности.

**Владеть:**

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний;
- методами определения основных свойств поверхности с учетом возможностей современного оборудования;
- методами оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                                          | Объем дисциплины |             |              |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|--------------|
|                                                                             | ЗЕ               | Акад. ч.    | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                                        | <b>2</b>         | <b>72</b>   | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>                              | <b>0,944</b>     | <b>34</b>   | <b>25,5</b>  |
| Лекции                                                                      | -                | -           | -            |
| Практические занятия (ПЗ)                                                   | 0,944            | 34          | 25,5         |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                    | -                | -           | -            |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                               | <b>1,056</b>     | <b>37,8</b> | <b>28,35</b> |
| Контактная самостоятельная работа ( <i>АттК из УП для зач / зач с оц.</i> ) | 1,056            | 0,2         | 0,15         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины                                |                  | 19,8        | 14,85        |
| Реферат                                                                     |                  | 18          | 13,5         |
| <b>Вид контроля:</b>                                                        |                  |             |              |
| <b>Экзамен (если предусмотрен УП)</b>                                       | -                | -           | -            |
| Контактная работа – промежуточная аттестация                                | -                | -           | -            |
| Подготовка к экзамену.                                                      |                  | -           | -            |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                                              | <b>Зачет</b>     |             |              |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                                                                                 | Академ. часов |                                                    |        |                                                    |               |                                                    |                |                                                    |                |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------|----------------|
|          |                                                                                                                   | Всего         | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг.<br>(при<br>наличии) | Лекции | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг.<br>(при<br>наличии) | Прак.<br>зан. | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг.<br>(при<br>наличии) | Лаб.<br>работы | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг.<br>(при<br>наличии) | Сам.<br>работа |
| 1.       | Раздел 1. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности твердых тел с их коллоидно-химическими свойствами | 6             | -                                                  | -      | -                                                  | 2             | -                                                  | -              | -                                                  | 4              |
| 2.       | Раздел 2. Поверхностная энергия твердых тел.                                                                      | 20            | -                                                  | -      | -                                                  | 10            | -                                                  | -              | -                                                  | 10             |
| 3.       | Раздел 3. Смачивание идеальных и реальных твердых тел жидкостями.                                                 | 20            | -                                                  | -      | -                                                  | 10            | -                                                  | -              | -                                                  | 10             |
| 4.       | Раздел 4. Теория ДЛФО как метод оценки и прогнозирования свойств поверхности.                                     | 26            | -                                                  | -      | -                                                  | 12            | -                                                  | -              | -                                                  | 14             |
|          | <b>ИТОГО</b>                                                                                                      | <b>72</b>     | <b>-</b>                                           |        | <b>-</b>                                           | <b>34</b>     | <b>-</b>                                           | <b>--</b>      | <b>-</b>                                           | <b>38</b>      |
|          | Экзамен                                                                                                           | -             |                                                    |        |                                                    |               |                                                    |                |                                                    |                |
|          | <b>ИТОГО</b>                                                                                                      | <b>72</b>     |                                                    |        |                                                    |               |                                                    |                |                                                    |                |



## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### ***Раздел 1. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности твердых тел с их коллоидно-химическими свойствами***

Требования, предъявляемые к твердым поверхностям материалов и изделий в различных отраслях промышленности. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности изделий с основными коллоидно-химическими свойствами материалов: переход от свойств поверхности изделия к свойствам поверхности материала и далее к характеристикам поверхностного слоя. Поверхностные явления: адгезия, адсорбция, смачивание, электроповерхностные свойства твердых тел, и их влияние на характеристики изделия. Краткий обзор методов исследования основных коллоидно-химических свойств материалов.

### ***Раздел 2. Поверхностная энергия твердых тел***

Поверхностная энергия твердых тел. Классификация поверхностей: идеальная, атомарно-чистая, реальная. Методы получения атомарно-чистых поверхностей. Современное оборудование для получения атомарно-чистых поверхностей. Реальные поверхности. Методы оценки величины поверхностной энергии твердых тел на основе теоретических и экспериментальных данных.

### ***Раздел 3. Смачивание идеальных и реальных твердых тел жидкостями***

Смачивание идеальных и реальных твердых тел жидкостями. Методы исследования шероховатости поверхности. Влияние шероховатости поверхности на процессы смачивания. Гетерогенные поверхности, влияние природы и размеров химической неоднородности на смачивание. Особенности экспериментального определения свойств гетерогенных поверхностей. Некоторые закономерности условно-химического смачивания расплавами металлов и расплавами оксидов. Экспериментальные и теоретические методы оценки краевых углов при смачивании твердых поверхностей расплавами.

### ***Раздел 4. Теория ДЛФО как метод оценки и прогнозирования свойств поверхности***

Основные составляющие расклинивающего давления в соответствии с современными представлениями теории ДЛФО. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Микроскопическая теория молекулярных сил Гамакера, макроскопическая теория Лифшица. Расчет сложной константы Гамакера, зависимость ее величины от природы дисперсной фазы и дисперсионной среды. Экспериментальные методы определения константы Гамакера. Ионно-электростатическая (электростатическая) составляющая расклинивающего давления. Уравнения для расчета энергии электростатического взаимодействия между частицами различной природы с учетом их формы. Экспериментальные методы определения величин, необходимых для расчета. Возможные способы регулирования электростатического взаимодействия частиц путем введения электролитов и изменения рН дисперсионной среды. Структурная составляющая расклинивающего давления. Структура сольватных слоев на гидрофильных и гидрофобных поверхностях. Варианты энергетических кривых взаимодействия частиц. Прогнозирование процессов, происходящих в системе, на основе анализа потенциальных кривых.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                                                                                                                                                       | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                                                      | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                                                         | <b>Знать: (перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |
| 1                                                                                                                                                       | - современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности                                                                                    | +           | +           | +           | +           |
| 2                                                                                                                                                       | – основные подходы к определению поверхностной энергии и поверхностного натяжения на различных границах раздела фаз                                                                                                                   |             | +           | +           |             |
| 3                                                                                                                                                       | – возможности и ограничения современного оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей                                                                                                                | +           | +           | +           |             |
| 4                                                                                                                                                       | – основные направления развития теории ДЛФО и области ее применимости для оценки и прогнозирования свойств поверхности                                                                                                                |             |             |             | +           |
|                                                                                                                                                         | <b>Уметь: (перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |
| 5                                                                                                                                                       | – проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности                                                             | +           | +           | +           | +           |
| 6                                                                                                                                                       | – планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности                                                                                                                                                   |             | +           | +           | +           |
| 7                                                                                                                                                       | – использовать современные представления теории ДЛФО для оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности                                                                            | +           |             |             | +           |
|                                                                                                                                                         | <b>Владеть: (перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                                                     |             |             |             |             |
| 8                                                                                                                                                       | – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний | +           | +           | +           | +           |
| 9                                                                                                                                                       | – методами определения основных свойств поверхности с учетом возможностей современного оборудования                                                                                                                                   | +           | +           | +           |             |
| 10                                                                                                                                                      | – методами оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности                                                                                                                          |             |             | +           | +           |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>(какие) компетенции и индикаторы их достижения:</b><br><b>(перечень из п.2)</b> |                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |

|    | <b>Код и наименование ПК<br/>(перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                                               | <b>Код и наименование индикатора достижения<br/>ПК (перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                                                                    | <b>Раздел<br/>1</b> | <b>Раздел<br/>2</b> | <b>Раздел<br/>3</b> | <b>Раздел<br/>4</b> |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 11 | ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств              | ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ                    | +                   | +                   | +                   | +                   |
| 12 | ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | ПК-5.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ | +                   | +                   | +                   | +                   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-5.2 Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                                                           | +                   | +                   | +                   | +                   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-5.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ                                | +                   | +                   | +                   | +                   |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Часы |
|-------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | 1                    | Взаимосвязь технологических характеристик поверхности изделий с основными коллоидно-химическими свойствами материалов. Краткий обзор методов исследования основных коллоидно-химических свойств материалов.                                                                                                                                          | 2    |
| 2     | 1                    | Современное оборудование для исследования пористых характеристик материалов методом низкотемпературной адсорбции азота.                                                                                                                                                                                                                              | 2    |
| 3     | 2                    | Методы получения атомарно-чистых поверхностей. Современное оборудование для получения атомарно-чистых поверхностей.                                                                                                                                                                                                                                  | 2    |
| 4     | 2                    | Методы оценки величины поверхностной энергии твердых тел на основе теоретических и экспериментальных данных.                                                                                                                                                                                                                                         | 6    |
| 5     | 3                    | Основные закономерности смачивания идеальных и реальных твердых тел жидкостями.                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6    |
| 6     | 3                    | Некоторые закономерности условно-химического смачивания расплавами металлов и расплавами оксидов.                                                                                                                                                                                                                                                    | 2    |
| 7     | 3                    | Экспериментальные и теоретические методы оценки краевых углов при смачивании твердых поверхностей расплавами.                                                                                                                                                                                                                                        | 2    |
| 8     | 4                    | Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Микроскопическая теория молекулярных сил Гамакера, макроскопическая теория Лифшица.                                                                                                                                                                                                              | 2    |
| 9     | 4                    | Расчет сложной константы Гамакера, зависимость ее величины от природы дисперсной фазы и дисперсионной среды. Экспериментальные методы определения константы Гамакера.                                                                                                                                                                                | 2    |
| 10    | 4                    | Ионно-электростатическая (электростатическая) составляющая расклинивающего давления. Уравнения для расчета энергии электростатического взаимодействия между частицами различной природы с учетом их формы. Возможные способы регулирования электростатического взаимодействия частиц путем введения электролитов и изменения pH дисперсионной среды. | 2    |
| 11    | 4                    | Структурная составляющая расклинивающего давления. Структура сольватных слоев на гидрофильных и гидрофобных поверхностях.                                                                                                                                                                                                                            | 2    |
| 12    | 4                    | Варианты энергетических кривых взаимодействия частиц. Прогнозирование процессов, происходящих в системе, на основе анализа потенциальных кривых. Экспериментальные методы определения величин, необходимых для расчета.                                                                                                                              | 4    |

## **6.2.Лабораторные занятия**

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам дисциплины;
- подготовку реферата на заданную тему;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и оценки за реферативно-аналитическую работу (максимальная оценка 40 баллов). Реферат защищается в виде доклада с презентацией, после которой докладчик отвечает на вопросы аудитории. Максимальная оценка за составление и содержание реферата составляет 20 баллов, за доклад и ответы на вопросы – 20 баллов.

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы**

В процессе самостоятельной работы студенты готовят реферат, посвященный особенностям и возможностям установки, используемой для получения и изучения атомарно-чистых поверхностей или изучения смачивания реальных поверхностей, в том числе, смачивания расплавами.

Тему реферата студент может выбрать самостоятельно, основываясь на собственных научных интересах.

Примеры тем рефератов:

- Выращивание сверхтонких пленок Si с использованием сверхвысоковакуумной установки серии «Катунь»;
- Нанесение наноструктурированных покрытий на кремниевые подложки с помощью вакуумно-технологической установки серии «Caroline»;
- Расчет свободной энергии поверхности при помощи приборов серии DSA «Kruss»;

- Построение энергетической карты поверхности при помощи приборов серии ОСА «DataPhysicsInstrumentsGmbH»;

-- Изучение гистерезиса смачивания расплавов при помощи приборов серии DSAHT «Kruss»;

Максимальная оценка за реферат составляет 40 баллов.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Изучение материала каждого двух разделов заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет по 30 баллов за каждую. Каждая контрольная работа содержит по 2 вопроса, ответ на каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

**Разделы 1-3. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.**

### **Вопрос 1.1.**

1. Требования, предъявляемые к твердым поверхностям материалов и изделий в различных отраслях промышленности.
2. Основные методы исследования основных коллоидно-химических свойств материалов.
3. Взаимосвязь технологических характеристик поверхности изделий с основными коллоидно-химическими свойствами материалов.
4. Поверхностная энергия твердых тел. Классификация поверхностей: идеальная, атомарно-чистая, реальная.
5. Методы получения атомарно-чистых поверхностей. Современное оборудование для получения атомарно-чистых поверхностей.
6. Реальные поверхности. Методы оценки величины поверхностной энергии твердых тел на основе теоретических и экспериментальных данных.

### **Вопрос 1.2.**

1. Смачивание реальных твердых тел. Неоднородность поверхности реальных твердых тел. Гистерезис смачивания. Углы натекания и оттекания. Определение равновесных углов смачивания по величинам углов натекания и оттекания.
2. Влияние шероховатости поверхности на процессы смачивания. Количественная оценка шероховатости поверхности, коэффициент шероховатости.
3. Смачивание неоднородных поверхностей. Гидрофильно-гидрофобная мозаичность поверхности и методы ее оценки. Смачивание при малых размерах неоднородностей. Влияние соотношения площадей гидрофильных и гидрофобных участков поверхности на величины углов натекания и оттекания.
4. Классификация видов смачивания по природе сил взаимодействия между молекулами жидкости и твердого тела. Классификация твердых тел по величинам поверхностных натяжений. Признаки смачивания (уравнивания полярностей и подобия природы твердого тела и жидкости). Закономерности условно-химического смачивания.
5. Критическое натяжение смачивания, его экспериментальное определение. Какие допущения принимаются при этом?
6. Кинетика поднятия жидкости в капиллярах, уравнение Уошберна, его анализ. Влияние формы сечения капилляра на кинетику поднятия жидкости. Управление процессами пропитывания.

#### **Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 15 баллов за вопрос.**

##### **Вопрос 2.1.**

1. Причины агрегации частиц дисперсной фазы в порошках.
2. Природа составляющих расклинивающего давления. Уравнение энергии молекулярного притяжения ( $U_m$ ), его анализ, физический смысл сложной константы Гамакера. От чего зависит ее величина?
3. Экспериментальные методы определения константы Гамакера.
4. Экспериментальные методы определения величин, необходимых для расчета ионно-электростатической (электростатическая) составляющей расклинивающего давления.
5. Взаимодействие разноименно заряженных частиц. Явления гетерокоагуляции и гетероадагуляции, их возможное практическое применение.
6. Строение слоев воды на гидрофильных поверхностях. Уравнение для расчета  $U_s$ , его анализ, физический смысл величин, входящих в уравнение. Возможности регулирования величины  $U_s$ .

##### **Вопрос 2.2.**

1. Возможные варианты энергетических кривых взаимодействия частиц. При каких условиях реализуется тот или иной вариант  $U(H)$ ? Изменением каких параметров системы можно перейти от одного варианта взаимодействия частиц к другому?
2. В каких условиях в дисперсных системах при взаимодействии частиц на всех расстояниях между ними могут преобладать силы притяжения (1-й вариант энергетических кривых)? Какие контакты между частицами формируются при этом?
3. Изменением каких параметров в ионостабилизированных системах можно перейти от 2-го типа энергетических кривых к 3-ему и 1-ому (теория ДЛФО)?
4. Экспериментальные методы оценки агрегативной устойчивости дисперсных систем (метод предельных седиментационных объемов, определение степени (коэффициента) агрегации частиц, реологический метод).
5. Причины агрегации частиц дисперсной фазы в порошках.
6. Каким образом можно обеспечить седиментационную устойчивость суспензий с микро- и грубодисперсными наполнителями?

#### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет)**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

#### **8.4. Структура и примеры билетов для зачета**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

### **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **9.1. Рекомендуемая литература**

##### **А. Основная литература**

1. Сумм, Б.Д. Коллоидная химия / Б.Д. Сумм. - М.: Academia, 2017. - 416 с.

2. Коллоидная химия. Практикум и задачник: учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, Н. А. Шабанова [и др.] ; Под редакцией проф. В. В. Назарова и доц. А. С. Гродского. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 436 с.
3. Малкин А. Я. Основы реологии / А. Я. Малкин. — Санкт-Петербург : Профессия, 2018. — 331 с.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. - 464 с.
2. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. М.: Интеллект, 2011. - 568 с.
3. Израелашвили Дж. Межмолекулярные и поверхностные силы /Джейкоб Израелашвили// пер. с английского И.М. Охапкина и К.Б. Зельдович; научный редактор - И.В. Яминский. - М.: Научный мир, 2011. 456 стр.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

#### Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ);
- «Коллоидный журнал»;
- «Журнал общей и неорганической химии»;
- «Физико-химия поверхности»;
- «Кристаллография»;
- «Перспективные материалы»;
- «Физика и химия стекла»;
- «Стекло и керамика»;
- «Техника и технология силикатов»;
- «Неорганические материалы»;
- «Химическая промышленность сегодня»;
- «Журнал неорганической химии».

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

- Издательство ELSEVIER на платформе ScienceDirect  
<http://www.sciencedirect.com>.
- Издательство American Chemical Society (ACS)  
<http://pubs.acs.org>.
- Международная издательская компания NaturePublishingGroup (NPG)  
<http://www.nature.com>.
- Издательство Wiley-Blackwell  
<http://www.interscience.wiley.com>.
- Издательство SPRINGER  
<http://www.springerlink.com>.
- Журнал SCIENCE  
<http://www.science.com>
- Российская научная электронная библиотека  
<http://www.elibrary.ru>



### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины: компьютерные презентации интерактивных лекций – 3, (общее число слайдов – 73).

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

| №  | Электронный ресурс                                                                  | Реквизиты договора<br>(номер, дата заключения, срок действия),<br>ссылка на сайт ЭБС, сумма договора,<br>количество ключей                                                      | Характеристика<br>библиотечного<br>фонда, доступ к<br>которому<br>предоставляется<br>договором |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | Принадлежность – собственная РХТУ.<br><br>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a><br><br>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.                         |
| 2. | CAS                                                                                 | Принадлежность – сторонняя                                                                                                                                                      | CAS SciFinder                                                                                  |

|    |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | SciFinder<br>Discovery<br>Platform | <p>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г.<br/>№ 327</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://scifinder-n.cas.org">https://scifinder-n.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей<br/>РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Discovery Platform<br/>- платформа,<br/>созданная<br/>Chemical Abstracts<br/>Service<br/>подразделением<br/>Американского<br/>химического<br/>общества.<br/>CAS SciFinder -<br/>онлайн-сервис,<br/>обеспечивающий<br/>поиск и анализ<br/>информации в<br/>области химии,<br/>биохимии,<br/>фармацевтики,<br/>генетики,<br/>химической<br/>инженерии,<br/>материаловедения<br/>, нанотехнологий,<br/>физики, геологии,<br/>металлургии и<br/>других смежных<br/>дисциплин.</p> |
| 3. | Wiley<br>Journals<br>Database      | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г.<br/>№ 326, 329</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="https://onlinelibrary.wiley.com">https://onlinelibrary.wiley.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей<br/>РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/>Настройка удаленного доступа:<br/><a href="https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely">https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely</a></p> | <p>John Wiley &amp;<br/>Sons, Inc. –<br/>крупнейшее<br/>академическое<br/>издательство с<br/>мультидисциплин<br/>арным контентом.<br/>В портфолио<br/>издательства<br/>более 1600<br/>научных<br/>рецензируемых<br/>журналов, 22 000<br/>книг и<br/>монографий, а<br/>также 250<br/>справочников и<br/>энциклопедий.<br/>Wiley Journal<br/>Database и Wiley<br/>Journal Backfiles –<br/>полнотекстовые<br/>коллекции,<br/>которые<br/>включают в себя<br/>как текущие, так и</p> |

|    |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение.</p> <p><b>Глубина доступа:</b> 1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.); 2025 г. (бессрочно)</p>                                                                       |
| 4. | <p>Questel.<br/>База данных Orbit Premium edition</p> | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 25.04.2025 г. № 310</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.<br/>Ссылка на сайт- <a href="https://www.orbit.com">https://www.orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.</p> | <p>Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированн</p> |

|    |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ые патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала.     |
| 5. | Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403</p> <p>С 01.11.2022.г. – бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://sk.sagepub.com/books/discipline">https://sk.sagepub.com/books/discipline</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> | <p>eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний.</p> <p>Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.</p> |

|    |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. | World Scientific Publishing Co Pte Ltd.<br>База данных World Scientific Complete eJournal Collection | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883</p> <p>С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 г.<br/>Ссылка на сайт- <a href="https://www.worldscientific.com">https://www.worldscientific.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен</p> | World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона, которые объединены в группу журналов Asian Studies.<br>Глубина доступа: 2001 – 2025 гг. |
| 7. | Электронные ресурсы Springer Nature_                                                                 | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p>                                                                                                                   | Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам:                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|  |  |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |                                                                                                                                                                                                    | Глубина доступа:<br>1997 - 2024 гг.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|  |  | Бессрочно<br><br>Ссылка на сайт-<br><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a>                                                                                                    | Nature Journals –<br>полнотекстовая<br>коллекция<br>журналов<br>издательства<br>Nature Publishing<br>Group, входящего<br>в группу<br>компаний Springer<br>Nature,<br>включающая<br>журналы<br>издательств<br>Nature, Academic<br>journals, Scientific<br>American и<br>Palgrave<br>Macmillan.<br><br>Глубина доступа:<br>2007 - 2024 гг. |
|  |  | Бессрочно<br><br>Ссылка на сайт-<br><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>                                                                                              | Adis Journals –<br>полнотекстовая<br>коллекция<br>журналов и<br>информационных<br>бюллетеней<br>издательства Adis,<br>размещенная на<br>платформе<br>Springer Nature.<br>Коллекция<br>включает 19<br>рецензируемых<br>журналов по<br>медицине,<br>биомедицине и<br>фармакологии.<br><br>Глубина доступа:<br>2020 - 2024 гг.              |
|  |  | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам<br>неограничен.<br>Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице<br><b>Remote Access</b> сайта издательства. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8. | Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо<br/>РФФИ от 20.03.2024 г. № 254</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> | <p>1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences &amp; Engineering Package на платформе <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a></p>        |
|    |                                                                             | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a></p>                                                                                                                                                        | <p>2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences &amp; Engineering Package на платформе: <a href="https://www.nature.co">https://www.nature.co</a></p> |
|    |                                                                             | <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.</p>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 9. | Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package                 | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо<br/>РФФИ от 20.03.2024 г. № 254</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-</p>                                                                       | <p>1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package</p>                                                                                                             |

|      |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                  | <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | на платформе:<br><a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>                                                                                                                                                                         |
|      |                                                                  | Бессрочно<br><br>Ссылка на сайт-<br><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2034 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a> |
|      |                                                                  | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице <b>Remote Access</b> сайта издательства.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 10.  | База данных 2021,2023 eBook Collectionsъ Springer Nature         | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045<br/>Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> | <p>Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний.</p> <p>Глубина доступа:</p> <p>2005 - 2010 гг.;<br/>2018 - 2024 гг.</p>                    |
| 11 ю | Электронны е ресурсы AIPP Digital Archive издательств а American | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую                                                                                                                                                                                    |



|     |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | Institute of Physics Publishing                                                                                    | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="https://scitation.org">https://scitation.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен</p>                                                                                                                                                                                          | <p>коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания.</p> <p>Глубина доступа: 1929-1998 гг.</p>                                                                                                       |
| 12. | Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 31.10.2022 г. № 1404</p> <p>С 01.11.2022 г. – бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="https://scitation.org/ebooks">https://scitation.org/ebooks</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен</p>                | <p>AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники, материаловедения и нанотехнологий и др.</p> <p>Глубина доступа: 2020 - 2022 гг.</p> |
| 13. | Bentham Science Publishers База данных Journals                                                                    | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт – <a href="https://eurekaselect.com/bypublication">https://eurekaselect.com/bypublication</a><br/>С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по <a href="#">ссылке</a></p> | <p>Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания,</p>                                                                                                                                                 |

|     |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                  | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.                                                                                                                                                                                                                                                                 | охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук.<br><br>Глубина доступа:<br><br>2000 - 2021 гг. (до 01.06.2025 г.) ;<br>2022 - 2025 гг.                                                                                                                                                                      |
| 14. | Bentham Science Publishers<br>База данных eBooks | Принадлежность – сторонняя<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br><br>Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217<br><br>Бессрочно<br><br>Ссылка на сайт – <a href="https://eurekaselect.com/bybook">https://eurekaselect.com/bybook</a><br><br>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. | Books – полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др.<br><br>Глубина доступа: 2004 - |

|     |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2022 гг.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 15. | EBSCO<br>eBook | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г.<br/>№ 708</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/> <a href="https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&amp;sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis">https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&amp;sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.</p> | <p>EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языкознание и др.</p> <p>Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.</p> |

|     |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                         |
|-----|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16. | Научные журналы РАН | Принадлежность – сторонняя<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br>Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. № 1080<br>Бессрочно<br>Ссылка на сайт – <a href="https://journals.rcsi.science/">https://journals.rcsi.science/</a><br>Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации | Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности.<br>Глубина доступа: 2023-2025<br>Бессрочно |
|-----|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности функциональных материалов*» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная традиционной учебной доской и/или электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Учебные лаборатория поверхностных явлений и лаборатория дисперсных систем, оснащенные необходимой лабораторной мебелью, аквадистиллятором АЭ, сушилкой для пробирок и колб Stegler и установками, обеспечивающими выполнение лабораторных работ в соответствии с учебным планом.

Установки (приборы) для определения поверхностного и межфазного натяжений, установки для определения краевых углов, в том числе гониометры ЛК-1 с программным обеспечением для обработки данных, установки для определения критической концентрации мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ, ионообменные колонки, установки для определения электрокинетического потенциала методом электрофореза, ротационные вискозиметры, капиллярные вискозиметры с насосом вакуумным N86 KN18.KNF, оптические микроскопы Биомед-5 с цифровой камерой Livenhuk, спектрофотометры однолучевые СФ-102, фотометры фотоэлектрические КФК-3-01, рН-метры милливольтметры рН-420, весы порционные ANDHT-500, мешалка магнитная без подогрева ММ-135 Tagler, электрическая плитка IRITIR-8004, лабораторный высокоскоростной гомогенизатор-мешалка XNF-DYSTEGLER, кондуктометры, торсионные весы.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебно-наглядные пособия не предусмотрены

### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                                                                | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Формы и методы контроля и оценки                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Раздел 1.<br>Взаимосвязь технологических характеристик поверхности твердых тел с их коллоидно-химическими свойствами | <i>Знает:</i><br>- современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности;<br>- возможности и ограничения современного оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей<br><i>Умеет:</i><br>- проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам описания структуры и свойств поверхности;<br>- планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности. использовать современные представления теории ДЛФО для оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности<br><i>Владеет:</i><br>- методами работы с научно-технической, | Оценка за контрольную работу №1<br>Оценка за реферат |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|                                                                          | <p>справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами определения основных свойств поверхности</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                              |
| <p>Раздел 2.<br/>Поверхностная энергия твердых тел.</p>                  | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности;</li> <li>- основные подходы к определению поверхностной энергии и поверхностного натяжения на различных границах раздела фаз;</li> <li>- возможности и ограничения современного оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности;</li> <li>- планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний;</li> <li>- методами определения основных свойств поверхности с учетом возможностей современного оборудования</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1<br/>Оценка за реферат</p> |
| <p>Раздел 3. Смачивание идеальных и реальных твердых тел жидкостями.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности;</li> <li>- основные подходы к определению поверхностной энергии и поверхностного натяжения на различных границах раздела фаз;</li> <li>- возможности и ограничения современного</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Оценка за контрольную работу №1<br/>Оценка за реферат</p> |

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                                                                      | <p>оборудования для экспериментального определения свойств реальных поверхностей</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности;</li> <li>- планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний;</li> <li>- методами определения основных свойств поверхности с учетом возможностей современного оборудования;</li> <li>- методами оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности.</li> </ul>         |                                                                 |
| <p>Раздел 4. Теория ДЛФО как метод оценки и прогнозирования свойств поверхности.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные научные достижения и перспективные направления работ, посвященных методам исследования и проектирования основных свойств поверхности;</li> <li>- основные направления развития теории ДЛФО и области ее применимости для оценки и прогнозирования свойств поверхности.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ научно-технической литературы, посвященной современным теоретическим подходам и экспериментальным методам исследования структуры и свойств поверхности;</li> <li>- планировать экспериментальные работы для определения основных свойств поверхности;</li> <li>- использовать современные представления теории ДЛФО для оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами работы с научно-технической,</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами для самостоятельного поиска необходимой информации о теоретических и научно-исследовательских достижениях в данной области знаний;<br>- методами оценки и прогнозирования поведения систем, не содержащих дополнительных модификаторов поверхности. |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).



**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Методы исследования и проектирования структуры и свойств поверхности**  
**высокотемпературных функциональных материалов»**  
**основной образовательной программы**  
**18.04.01 Химическая технология**  
**магистерская программа**  
**«Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»**

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Новые стеклообразные материалы и методы их синтеза»**

**Направление подготовки  
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа  
«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена:

к.х.н., кафедра химической технологии стекла и ситаллов  
М.П. Ветчинников.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
химической технологии стекла и ситаллов

---

«26» мая 2025 г., протокол №7.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Новые стеклообразные материалы и методы их синтеза» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в том числе в области физико-химии и технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов, полученных студентами в бакалавриате при изучении дисциплин направления «Химическая технология».

**Цель дисциплины** – приобретение знаний и компетенций в области новейших типов и видов силикатных и несиликатных стекол, нетрадиционных методов их синтеза, применения этих материалов в современной технике и перспектив расширения их использования.

**Задачи дисциплины** – формирование у обучающихся системных знаний в области физикохимии и технологии новых стеклообразных материалов, особенностей их синтеза, ознакомление с важнейшими классами новых и перспективных материалов на основе стекла, усвоение общих принципов проектирования и создания этих материалов.

Дисциплина «Новые стеклообразные материалы и методы их синтеза» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                  | Объект или область знания                                                                                                                                            | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                                | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                          | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>                                                                                                               |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                    | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н).<br>Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квали- |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      | ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обра- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|  |  |  |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | ботки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ | <p>фикации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741 и).</p> <p>Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства</p> <p>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации</p> |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | от 15.09.2020 № 611н).<br>Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов и изделий из них | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | <div>ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</div> <div>ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производ-</div> | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и                                                                                                       |

|  |  |  |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | ства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ | <p>интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства</p> <p>ПС 26.026 Инженер-</p> |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | <p>технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н).<br/> Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла</p> |
|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

**Знать:**

- основные классы и виды новых стеклообразных материалов, их ведущие свойства и области применения;
- принципы и методы синтеза новых стеклообразных материалов;
- современные направления разработок и перспективы развития новых стеклообразных материалов.

**Уметь:**

- формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам новых стеклообразных материалов;
- проектировать составы новых стеклообразных материалов с заданными требованиями по уровню ведущих свойств и разрабатывать методы их синтеза;
- проводить экспериментальные исследования структуры и свойств новых стеклообразных материалов.

**Владеть:**

- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами по методам синтеза и физико-химическим свойствам новых стеклообразных материалов;
- методологическими подходами и навыками синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств новых стеклообразных материалов;
- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, пониманию актуальных требований к новым стеклообразным материалам для различных применений.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины |             |              |
|----------------------------------------------------|------------------|-------------|--------------|
|                                                    | ЗЕ               | Акад.<br>ч. | Астр.<br>ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>3</b>         | <b>108</b>  | <b>81</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>0,9</b>       | <b>34</b>   | <b>25,5</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,69</b>      | <b>25</b>   | <b>18,75</b> |
| Лекции                                             | -                | -           | -            |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,9              | 34          | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,69             | 25          | 18,75        |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | -                | -           | -            |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,1</b>       | <b>74</b>   | <b>55,5</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 2,1              | 74          | 55,5         |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                  |             |              |
| Зачет                                              | +                | +           | +            |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет</b>     |             |              |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                                                        | Академ. часов |                                |               |                      |                |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|----------------------|----------------|
|          |                                                                                          | Всего         | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Прак.<br>зан. | в т.ч.<br>в<br>форме | Сам.<br>работа |
| 1.       | Введение                                                                                 | 6             | 1                              | 2             | 1                    | 4              |
| 2.       | Раздел 1. Новые стеклообразные материалы на основе оксидных систем и методы их синтеза   | 52            | 12                             | 16            | 12                   | 36             |
| 3.       | Раздел 2. Новые стеклообразные материалы на основе неоксидных систем и методы их синтеза | 50            | 12                             | 16            | 12                   | 34             |
|          | ИТОГО                                                                                    | 108           | 25                             | 34            | 25                   | 74             |

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Введение.** Классификация, основные типы нетрадиционных стекол и принципиальные подходы к их синтезу. Определение и особенности аморфного состояния. Скорость охлаждения как фактор, определяющий процессы кристаллизации и стеклообразования вещества. Способы реализации стеклообразования из расплавов, растворов, газовой фазы, из кристаллического состояния.

**Раздел 1. Новые стеклообразные материалы на основе оксидных систем и методы их синтеза**

Кварцевое стекло. Электротермический и газопламенный метод синтеза кварцевого стекла. Метод осаждения из газовой фазы. Эксплуатационные характеристики различных марок кварцевого стекла и изделий из него и их связь с методом синтеза стекла.

Понятие и разновидности золь-гель методов. Золь-гель технология стекол. Основные определения и принцип получения стекол методами золь-гель технологии. Характеристика тетраэтоксисилана (ТЭОС) как основного реагента при синтезе стекол из растворов. Этапы синтеза стекол, их характеристика и параметры. Факторы, определяющие скорость этапов синтеза, пути управления кинетикой процессов. Технологическая схема нанесения стекловидных покрытий методами золь-гель технологии. Преимущества и недостатки золь-гель технологии, области применения.

Ликвационные процессы в боросиликатных стеклах. Кварцоидные пористые стекла. Технология изготовления нанопористого стекла. Основные современные марки кварцоидных стекол и области их применения.

Боратные стекла. Области стеклообразования и фазового разделения в различных боратных системах. Свойства и методы синтеза боратных стекол. Свойства и особенности технологии свинцовоборатных припоечных стекол. Лантансодержащие боратные стекла. Основные марки оптических боратных стекол и области их применения. Особенности промышленной технологии оптических стекол.

Фосфатные стекла. Особенности строения, свойства и области применения. Цветные фосфатные стекла. Биоразлагаемые стекла для медицинских применений. Бессвинцовые припоечные стекла. Иммобилизация радиоактивных отходов.

Лазерные фосфатные стекла. Требования к лазерным стеклам. Одностадийная и двухстадийная технологии лазерных фосфатных стекол. Современные марки лазерных стекол и их характеристики. Применения мощных неодимовых лазеров. Установки лазерного термоядерного синтеза и их потребности в изделиях из лазерного фосфатного стекла.

Германатные стекла. Особенности строения, свойства и области применения. Магнитооптические стекла и требования к ним.

Теллуридные стекла. Особенности строения и свойств. Применения теллуридных стекол. Изделия из теллуридных стекол для оптики ИК диапазона.

Алюминатные стекла. Особенности синтеза и области применения. Прочие несиликатные оксидные стекла.

Стекла, допускающие выделение нелинейнооптических кристаллических фаз. Особенности синтеза. Поверхностные нелинейнооптические слои и текстуры. Наноструктурированные стекла. Методы локальной лазерной кристаллизации стекол. Методы аморфизации нелинейнооптических фаз, лежащих за пределами областей стеклообразования. Перспективные области применения наноструктурированных стекол и стеклокристаллических материалов с аморфными свойствами.

## **Раздел 2. Новые стеклообразные материалы на основе неоксидных систем и методы их синтеза**

Металлические и металл-металлоидные стекла. Классификация и общая характеристика стекол. Методы синтеза. Методы сверхбыстрой закалки расплавов (метод «молота и наковальни», метод распылительной закалки, метод струйной закалки, методы спиннингования). Классификация аморфных металлов. Структура стекол и их специфические свойства – электрические, магнитные, механические. Области применения.

Объемные металлические стекла. Аморфные и нанокристаллические металлы. Методы изготовления изделий сложной формы из объемных металлических стекол. Магнитные аморфные металлы. Аморфные металлы для эндопротезирования.

Элементарные стекла (некристаллические модификации элементов). Свойства и области применения стеклоуглерода. Технология изделий из стеклоуглерода. Свойства, синтез и применения аморфного кремния и германия.

Галогенидные стекла – классификация, общая характеристика, технологические свойства и особенности синтеза. Многокомпонентные фторбериллатные и фторцирконатные стекла и их специфические свойства. Многокомпонентные фторидные стекла типа ZBLAN. Области применения в технике. Схема вытяжки фторидного оптоволокна. Оксифторидные стекла. Особенности строения, синтеза и свойств.

Халькогенидные стекла – области стеклообразования, составы, технологические свойства и особенности синтеза. Специфические электрические и оптические свойства. Области применения. Галогенсодержащие халькогенидные стекла. Полупроводники на основе халькогенидных стекол. Эффект переключения в халькогенидных стеклах. Изделия для оптики среднего ИК-диапазона из халькогенидных стекол. Технология вытяжки халькогенидных оптоволокон.

## **5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                             | Раздел 1 | Раздел 2 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|    | <b>Знать:</b>                                                                                                |          |          |
| 1. | – основные классы и виды новых стеклообразных материалов, их ведущие свойства и области применения;          | +        |          |
| 2. | – принципы и методы синтеза новых стеклообразных материалов;                                                 | +        | +        |
| 3. | – современные направления разработок и перспективы развития новых стеклообразных материалов.                 |          | +        |
|    | <b>Уметь:</b>                                                                                                |          |          |
| 4. | – формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам новых | +        | +        |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                                                                                   | стеклообразных материалов;                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
| 5.                                                                                | – проектировать составы новых стеклообразных материалов с заданными требованиями по уровню ведущих свойств и разрабатывать методы их синтеза;                                                                                                       | +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | +  |
| 6.                                                                                | – проводить экспериментальные исследования структуры и свойств новых стеклообразных материалов.                                                                                                                                                     | +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|                                                                                   | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
| 7.                                                                                | – навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами по методам синтеза и физико-химическим свойствам новых стеклообразных материалов;                                                                           | +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | +  |
| 8.                                                                                | – методологическими подходами и навыками синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств новых стеклообразных материалов;                                                                                                              | +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | +  |
| 9.                                                                                | – способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, пониманию актуальных требований к новым стеклообразным материалам для различных применений.                                                                          | +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | +  |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции: |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|                                                                                   | <b>Код и наименование ПК</b>                                                                                                                                                                                                                        | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
| 10                                                                                | – ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств              | – ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                                                                                                  | +  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     | – ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ | ++ |
| 11                                                                                | – ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | – ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                                                                                                 | +  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     | – ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового                                                                                                                                                                                                                                                                 | +  |

|  |  |                                                                                                                                                                                            |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 34 акад. ч. (32 акад. ч в 3 сем., разделы 1-2).

#### Примерный перечень практических занятий

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                     | Часы |
|-------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.    | Введение             | Классификация, основные типы нетрадиционных стекол и принципиальные подходы к их синтезу                                                                                      | 2    |
| 2.    | 1.                   | Технологические схемы получения оптического кварцевого стекла с заданными спектральными характеристиками                                                                      | 2    |
| 3.    | 1                    | Технологические схемы синтеза золь-гель стекол и стекловидных покрытий. Возможности и ограничения золь-гель технологии для синтеза традиционных и нетрадиционных видов стекол | 2    |
| 4.    | 1.                   | Фазовое разделение как основа синтеза пористых и нанопористых стекол                                                                                                          | 2    |
| 5.    | 1.                   | Особенности структуры боратных стекол                                                                                                                                         | 2    |
| 6.    | 1.                   | Фосфатные стекла – структура, свойства, области применения.                                                                                                                   | 2    |
| 7.    | 1.                   | Стекла на основе оксидов германия, теллура, алюминия – синтез и области применения.                                                                                           | 2    |
| 8.    | 1.                   | Наноструктурированные стекла и методы их синтеза                                                                                                                              | 2    |
| 9.    | 1.                   | Методы локальной лазерной кристаллизации стекол                                                                                                                               | 2    |
| 10.   | 2.                   | Специфические свойства металлических стекол                                                                                                                                   | 2    |
| 11.   | 2.                   | Принципы и методы синтеза металлических стекол                                                                                                                                | 2    |
| 12.   | 2.                   | Стеклоуглерод – технология, свойства, области применения                                                                                                                      | 2    |
| 13.   | 2.                   | Специфические свойства галогенидных стекол, области их применения в технике.                                                                                                  | 2    |
| 14.   | 2.                   | Области стеклообразования в халькогенидных системах                                                                                                                           | 2    |
| 15.   | 2.                   | Особенности синтеза халькогенидных стекол                                                                                                                                     | 2    |
| 16.   | 2.                   | Специфические свойства халькогенидных стекол и их применение в оптике                                                                                                         | 2    |
| 17.   | 2.                   | Полупроводники на основе халькогенидных стекол                                                                                                                                | 2    |

## **6.2. Лабораторные занятия**

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Рабочей программой дисциплины «Новые стеклообразные материалы и методы их синтеза» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 74 часа. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу и итоговая контрольная работа по всему материалу курса). Максимальная оценка за контрольные работы № 1 и 2 (3 семестр) составляет по 30 баллов за каждую, а за контрольную работу № 3 – 40 баллов.

### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе №1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная содержит 2 вопроса по 15 баллов за вопрос.**

#### **Вопрос 1.1.**

1. Опишите современные представления и критерии стеклообразного состояния вещества.
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные методы синтеза стеклообразных материалов.
3. Опишите газопламенный метод синтеза кварцевого стекла и особенности стекла, полученного этим методом.

#### **Вопрос 1.2.**

1. Назовите основные требования к легкоплавким припоечным стеклам для электронной промышленности. Приведите примеры составов свинцовоборатных припоечных стекол.
2. Опишите методы синтеза и области применения свинцовоборатных припоечных стекол.
3. Опишите области применения фосфатных стекол и охарактеризуйте соответствующие составы стекол.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе №2. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная содержит 2 вопроса по 15 баллов за вопрос.**

**Вопрос 2.1.**

1. Перечислите основные методы быстрого охлаждения расплавов и их характерные скорости.
2. Опишите методы распылительной и струйной закалки расплава, метод «поршня и наковальни».
3. Опишите методы спиннингования расплава.

**Вопрос 2.2.**

1. Опишите структуру, свойства и применения аморфного бора.
2. Опишите технологию изделий из стеклоуглерода и области их применения.
3. Приведите классификацию галогенидных стекол и охарактеризуйте их свойства. Приведите примеры составов таких стекол.

**Разделы 1-2. Примеры вопросов к итоговой контрольной работе №3. Максимальная оценка – 40 баллов. Контрольная содержит 2 вопроса по 20 баллов за вопрос.**

**Вопрос 3.1.**

1. Современные представления и критерии стеклообразного состояния вещества.
2. Основные методы синтеза стеклообразных материалов и характерные для них скорости охлаждения.
3. Свойства кварцевого стекла. Современные российские марки кварцевого стекла и их ключевые различия.

**Вопрос 3.2.**

1. Магнитооптические стекла и области их применения. Эффект Фарадея.
2. Теллуридные стекла. Ключевые свойства и области применения.
3. Методы аморфизации сложных оксидов, не склонных к стеклообразованию (ниобатов, титанатов и т.д.).

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Немилов С.В. Научные основы материаловедения стекол. Учебное пособие / С.В. Немилов. СПб: Лань, 2022. – 360 с.
2. Зверев В.А., Кривоустова Е.В., Точилина Т.В. Оптические материалы: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 400 с.
3. Мошников В. А., Таиров Ю. М., Хамова Т. В., Шилова О. А. Золь-гель технология микро и нанокомпозигов: Учебное пособие / Под ред. О.А. Шиловой. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 304 с.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Фельц А. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела Пер. с нем. / А. Фельц. - М.: Мир, 1986. – 558 с.
2. Борисова З.У. Халькогенидные полупроводниковые стекла / З.У. Борисова Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. – 344 с.
3. Лазерные фосфатные стекла / ред. М. Е. Жаботинский. - М.: Наука, 1980. - 352 с.
4. Дембовский С.А. Стеклообразование / С.А. Дембовский, Е.А. Четчина. - АН СССР, Ин-т общ. и неорган. химии им. Н. С. Курнакова. - М.: Наука, 1990. – 277 с.



5. Виноградова, Г.З. Стеклообразование и фазовые равновесия в халькогенидных системах: двойные и тройные системы / Г.З. Виноградова; ред. В.Б. Лазарев. - М.: Наука, 1984. - 174 с.
6. Металлические стекла: пер. с англ / Под ред.: Дж. Дж. Гилмана, Х. Дж. Лими; Под ред. В.Т. Борисова. - М.: Металлургия, 1984. - 263 с.
7. Кекало И.Б. Аморфные магнитные материалы: Курс лекций / И.Б. Кекало. - М.: МИ-СиС, 2001. 276 с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы» ISSN 0235-2206
- Ж. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582
- Ж. Физика и химия стекла. ISSN: 0132-6651
- Ж. Optical Materials Express [Электронный журнал]. ISSN: 2159-3930.
- Ж. Optical Materials. ISSN: 0925-3467.
- Ж. Modern Electronic Materials. ISSN: 2452-1779.
- Ж. Journal of Non-Crystalline Solids. ISSN: 0022-3093
- Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX; Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.
- Ресурсы ELSEVIER: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

## **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации – 18, (общее число слайдов – 120);
- образцов новых стеклообразных материалов – 16;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 240).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Новые стеклообразные материалы и методы их синтеза» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### 11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающегося, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; наборы образцов стеклообразных материалов; демонстрационные изделия из таких материалов.

### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам тугоплавких неорганических веществ; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральная библиотека электронных изданий.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                                                                          | Реквизиты договора поставки               | Количество лицензий                            | Срок окончания действия лицензии                                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                                                              | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020     | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                                 |
| 2.    | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li></ul> | Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019    | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.    | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition                                                                                       | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | -                                              | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                                                    | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Формы и методы контроля и оценки           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Новые стеклообразные материалы на основе оксидных систем и методы их синтеза</p> | <p><b>знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные классы и виды новых стеклообразных материалов на основе оксидных систем, их ведущие свойства и области применения;</li> <li>– принципы и методы синтеза новых стеклообразных материалов на основе оксидных систем;</li> <li>– современные направления разработок и перспективы развития новых стеклообразных оксидных материалов</li> </ul> <p><b>умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам новых стеклообразных материалов в оксидных системах;</li> <li>– проектировать составы новых стеклообразных оксидных материалов с заданными требованиями по уровню ведущих свойств и разрабатывать методы их синтеза;</li> <li>– проводить экспериментальные исследования структуры и свойств новых стеклообразных оксидных материалов.</li> </ul> <p><b>владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами по методам синтеза и физико-химическим свойствам новых стеклообразных материалов;</li> <li>– методологическими подходами и навыками синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств новых стеклообразных материалов в оксидных системах;</li> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, пониманию актуальных требований к новым стеклообразным оксидным материалам для различных применений.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольные работы №1 и 3</p> |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Новые стеклообразные материалы на основе неоксидных систем и</p>                 | <p><b>знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные классы и виды новых стеклообразных материалов на основе</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Оценка за контрольные работы №2 и 3</p> |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| методы их синтеза | <p>неоксидных систем, их ведущие свойства и области применения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы и методы синтеза новых стеклообразных материалов на основе неоксидных систем;</li> <li>– современные направления разработок и перспективы развития новых стеклообразных неоксидных материалов</li> </ul> <p><b>умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам новых стеклообразных материалов в неоксидных системах;</li> <li>– проектировать составы новых стеклообразных неоксидных материалов с заданными требованиями по уровню ведущих свойств и разрабатывать методы их синтеза;</li> <li>– проводить экспериментальные исследования структуры и свойств новых стеклообразных неоксидных материалов.</li> </ul> <p><b>владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами по методам синтеза и физико-химическим свойствам новых стеклообразных материалов;</li> <li>– методологическими подходами и навыками синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств новых стеклообразных материалов в неоксидных системах;</li> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, пониманию актуальных требований к новым стеклообразным неоксидным материалам для различных применений.</li> </ul> |  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Новые стеклообразные материалы и методы их синтеза»**  
**основной образовательной программы**  
 18.04.01 Химическая технология  
 магистерская программа  
 «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»

Форма обучения: очная

| Номер изменения/ дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                     |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1.                          |                                 | протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г. |
| 2.                          |                                 | протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г. |
|                             |                                 | протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г. |
|                             |                                 | протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г. |
|                             |                                 | протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Оптимизация химико-технологических процессов»**

**Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология**

**Магистерские программы**

**«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**«Химический дизайн в защите растений»**

**«Технология функциональных материалов электроники и фотоники»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена:

- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Панкрушиной А.В.
- к.т.н., доцентом кафедры информатики и компьютерного проектирования Шумаковой О.П.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования

«21» мая 2025 г., протокол № 7



## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки **18.04.01 Химическая технология**, накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **информатики и компьютерного проектирования** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Оптимизация химико-технологических процессов»** относится к базовой части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по дисциплинам: основы информационных технологий, профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности, вычислительная математика, моделирование химико-технологических процессов, общая и неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, процессы и аппараты химической технологии и общая химическая технология.

**Цель дисциплины** – получение базовых знаний о методах оптимизации химико-технологических процессов и приобретение опыта их применения для решения оптимизационных задач, в частности с использованием автоматизированной системы компьютерной математики (СКМ) MATLAB, а также овладение с его помощью практикой компьютерного моделирования систем химической технологии с решением задач анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических процессов (ХТП) и систем (ХТС).

**Задачи дисциплины:**

1. приобретение студентами знаний по применению аналитических и численных методов оптимизации с использованием адекватных моделей химико-технологических процессов;
2. овладение студентами приемами и практикой применения пакета MATLAB для решения оптимизационных задач химической технологии.

Дисциплина **«Оптимизация химико-технологических процессов»** преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

**Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Наименование категории (группы) ОПК | Код и наименование ОПК                                                                                                                                           | Код и наименование индикатора достижения ОПК                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Естественно-научная подготовка      | ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности | ОПК-4.1; знает методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости.<br>ОПК-4.2; умеет применять аналитические и численные методы для решения задач |

|  |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | жизнедеятельности и экологической чистоты | создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты. ОПК-4.3; умеет оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических и экологических критериев оптимальности при наличии ограничений в виде равенств. ОПК-4.4; владеет способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты |
|--|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

В результате освоения дисциплины студент должен:

*Знать:*

- иерархическую структуру химико-технологических процессов и методику системного анализа химических производств;
- методы компьютерного моделирования химико-технологических процессов;
- численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах моделей химико-технологических процессов;
- способы применения компьютерных моделей химико-технологических процессов для решения задач научных исследований, а также задач анализа и оптимизации химико-технологических систем;
- принципы применения методологии компьютерного моделирования при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.

*Уметь:*

- применять полученные знания при решении профессиональных задач компьютерного моделирования процессов в теплообменниках и химических реакторах
- решать обратные задачи структурной и параметрической идентификации математического описания процессов химических превращений в реакторах с мешалкой и трубчатых реакторах, а также математического описания процессов теплопередачи в теплообменниках;
- решать прямые задачи компьютерного моделирования процессов в реакторах с мешалкой;
- решать прямые задачи компьютерного моделирования процессов в трубчатых реакторах;
- решать задачи оптимизации процессов химических превращений в реакторах и процессов теплопередачи в теплообменниках.

*Владеть:*

- методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакета MATLAB, для моделирования и оптимизации процессов в теплообменниках, а также в химических реакторах идеального перемешивания и идеального вытеснения.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Семестр                |           |
|------------------------------------------------|------------------------|-----------|
|                                                | 3 семестр              |           |
|                                                | ЗЕ                     | Акад. ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>               | <b>72</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,41</b>            | <b>51</b> |
| Лекции                                         |                        |           |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,94                   | 34        |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,47                   | 17        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>0,58</b>            | <b>21</b> |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |           |

| Вид учебной работы                             | Семестр                |              |
|------------------------------------------------|------------------------|--------------|
|                                                | 3 семестр              |              |
|                                                | ЗЕ                     | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>               | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,41</b>            | <b>38,25</b> |
| Лекции                                         |                        |              |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,94                   | 25,5         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,47                   | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>0,58</b>            | <b>15,75</b> |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |              |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п  | Раздел дисциплины                                                                                                                                  | Академ. часов |                     |               |                     |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|
|           |                                                                                                                                                    | Всего         | Лаб.<br>рабо-<br>ты | Прак.<br>зан. | Сам.<br>рабо-<br>та |
| <b>1</b>  | <b>Раздел 1. Характеристика задач оптимизации процессов химической технологии</b>                                                                  | <b>10</b>     |                     | <b>6</b>      | <b>4</b>            |
| 1.1       | Иерархическая структура процессов химических производств, их математическое моделирование и оптимизация.                                           | 5             |                     | 3             | 2                   |
| 1.2       | Основные принципы оптимизации стационарных и динамических процессов химической технологии.                                                         | 5             |                     | 3             | 2                   |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Оптимизация типовых химико-технологических процессов</b>                                                                              | <b>16</b>     | <b>3</b>            | <b>9</b>      | <b>4</b>            |
| 2.1       | Аналитические методы оптимизации химико-технологических процессов.                                                                                 | 5             | 1                   | 3             | 1                   |
| 2.2       | Численные методы одномерной оптимизации.                                                                                                           | 5             | 1                   | 3             | 1                   |
| 2.3       | Численные методы многомерной оптимизации.                                                                                                          | 6             | 1                   | 3             | 2                   |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 3. Оптимизация процессов в каскаде последовательных и параллельных аппаратов химических производств.</b>                                 | <b>16</b>     | <b>3</b>            | <b>9</b>      | <b>4</b>            |
| 3.1       | Оптимизация процессов в каскаде последовательных и параллельных аппаратов с ограничениями в виде равенств с применением метода множителей Лагранжа | 5             | 1                   | 3             | 1                   |
| 3.2       | Принцип динамического программирования и его графическая иллюстрация.                                                                              | 5             | 1                   | 3             | 1                   |
| 3.3       | Оптимизация процессов в каскаде последовательных аппаратов методом динамического программирования.                                                 | 6             | 1                   | 3             | 2                   |
| <b>4.</b> | <b>Раздел 4. Технологическая оптимизация процессов химических производств методом нелинейного программирования.</b>                                | <b>16</b>     | <b>6</b>            | <b>6</b>      | <b>4</b>            |
| 4.1       | Оптимизация процессов химической технологии для действующих производств при известных значениях конструктивных параметров.                         | 8             | 3                   | 3             | 2                   |
| 4.2       | Определение оптимальных значений конструктивных параметров при проектировании химических производств.                                              | 8             | 3                   | 3             | 2                   |
| <b>5.</b> | <b>Раздел 5. Экономическая оптимизация производственных процессов методом линейного программирования.</b>                                          | <b>14</b>     | <b>5</b>            | <b>4</b>      | <b>5</b>            |
| 5.1       | Оптимизация производства изделий при ограничениях на изготовление                                                                                  | 7             | 3                   | 2             | 2                   |

|                    |                                                                                |           |           |           |           |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                    | комплектующих деталей.                                                         |           |           |           |           |
| 5.2                | Оптимальная организация производства продукции при ограниченных запасах сырья. | 7         | 2         | 2         | 3         |
| <b>Всего часов</b> |                                                                                | <b>72</b> | <b>17</b> | <b>34</b> | <b>21</b> |

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

##### Раздел 1. Характеристика задач оптимизации процессов химической технологии.

Тема 1. Иерархическая структура процессов химических производств, их математическое моделирование и оптимизация. Химико-технологические системы и их иерархическая структура. Компьютерное моделирование химических производств. Этапы математического моделирования и оптимизации. Разработка математического описания процессов и алгоритмов расчета химико-технологических процессов. Применение методологии системного анализа и CALS-технологий для решения задач моделирования и оптимизации в автоматизированных системах АИС, САПР, АСНИ, АЛИС, АСУ и АСОУП. Применение принципа «черного ящика» при математическом моделировании. Математическое описание процессов, моделирующий алгоритм и расчетный модель химико-технологического процесса. Виртуальное производство. Автоматизированные системы прикладной информатики.

Тема 2. Основные принципы оптимизации стационарных и динамических процессов химической технологии. Задачи оптимального проектирования и управления. Анализ, оптимизация и синтез химико-технологических систем. Экономические, технико-экономические и технологические критерии оптимальности химических производств. Выбор критериев оптимальности (целевых функций) и оптимизирующих переменных (ресурсов оптимизации). Численные методы одномерной и многомерной оптимизации с ограничениями I-го и II – го рода. Структура программ для решения оптимизационных задач с применением пакета MATLAB, ввод и вывод информации, в том числе с использованием текстовых файлов.

##### Раздел 2. Оптимизация типовых химико-технологических процессов.

Тема 3. Аналитические методы оптимизации химико-технологических процессов. Необходимые и достаточные условия экстремумов функций многих переменных. Квадратичные формы. Графическое представление экстремумов функций одной и двух переменных с применением пакета MATLAB. Определение оптимальных условий протекания обратимой химической реакции. Анализ оптимальных условий протекания простых реакций в реакторах с мешалкой и экономическим критерием оптимальности.

Тема 4. Численные методы одномерной оптимизации. Методы сканирования, локализации переменной и золотого сечения, а также с обратным переменным шагом и чисел Фибоначчи. Стандартная функция MATLAB для определения минимума функции одной переменной – fminbnd. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений с применением стандартных функции MATLAB – roots и fzero соответственно.

Тема 5. Численные методы многомерной оптимизации. Методы нулевого, первого и второго порядка. Решение задач оптимизации процессов, решения систем нелинейных уравнений и аппроксимации данных с применением стандартной функции MATLAB fminsearch. Решение задач аппроксимаций функций многочленами произвольной степени с применением стандартной функции MATLAB – polyfit, а также решения систем линейных алгебраических уравнений методом обратной матрицы с использованием стандартной функции MATLAB –  $\backslash$ (-1). Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений с применением стандартных функций MATLAB – ode45 (45 – номер конкретного метода) или для жестких систем - тех же функций с добавлением одного из символов t, tb или s(в зависимости от степени жесткости систем).

### **Раздел 3. Оптимизация процессов в каскаде последовательных и параллельных аппаратов химических производств.**

Тема 6. Оптимизация процессов в каскаде последовательных и параллельных аппаратов с ограничениями в виде равенств с применением метода множителей Лагранжа. Понятия условного экстремума и неопределенных множителей Лагранжа. Вывод соотношений для определения экстремума функции Лагранжа. Оптимальное распределение потока сырья между параллельно работающими аппаратами. Оптимизация последовательных многостадийных процессов методом неопределенных множителей Лагранжа.

Тема 7. Принцип динамического программирования и его графическая иллюстрация. Постановка задачи динамического программирования (ДП). Математическая формулировка принципа максимума Беллмана. Решение комбинаторной задачи о коммивояжере методом динамического программирования.

Тема 8. Оптимизация процессов в каскаде последовательных аппаратов методом динамического программирования. Вывод соотношений для решения задачи минимизации суммарного объема каскада последовательных химических реакторов, в которых протекает простейшая реакция первого порядка. Графическое решение задачи динамического программирования для каскада последовательных реакторов, в которых протекает простейшая реакция второго порядка.

### **Раздел 4. Технологическая оптимизация процессов химических производств методом нелинейного программирования.**

Тема 9. Оптимизация процессов химической технологии для действующих производств при известных значениях конструкционных параметров. Формулировка задачи нелинейного программирования (НЛП) с ограничениями I – го и II – го рода. Решение задачи НЛП с применением стандартной функции MATLAB – fmincon. Определение оптимального времени пребывания в реакторе идеального перемешивания и периодическом реакторе, в которых протекает простейшая последовательная реакция, а также оптимальной температуры - в реакторе идеального перемешивания с простейшей обратимой реакцией

Тема 10. Определение оптимальных значений конструкционных параметров при проектировании химических производств. Формулировка задачи нелинейного программирования (НЛП) с ограничениями I – го и II – го рода. Решение задачи НЛП с применением стандартной функции MATLAB – fmincon. Решение задачи оптимального проектирования теплообменника типа «смешение-смешение» с технико-экономическим критерием оптимальности.

### **Раздел 5. Экономическая оптимизация производственных процессов методом линейного программирования.**

Тема 11. Оптимизация производства изделий при ограничениях на изготовление комплектующих деталей. Формулировка задачи линейного программирования (ЛП) и ее геометрическая интерпретация. Условия совместности задачи ЛП. Анализ 3-х возможных вариантов решений. Графическое решение задачи ЛП. Решение конкретной задачи ЛП с применением стандартной функции MATLAB – linprog.

Тема 12. Оптимальная организация производства продукции при ограниченных запасах сырья. Формулировка задачи линейного программирования (ЛП) и ее геометрическая интерпретация. Условия совместности задачи ЛП. Анализ 3-х возможных вариантов решений. Графическое решение задачи ЛП. Решение конкретной задачи ЛП с применением стандартной функции MATLAB – linprog.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                                                                         | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 | Раздел 5 |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                            |          |          |          |          |          |
| 1 | - иерархическую структуру химико-технологических процессов и методику системного анализа химических производств;                                                                                                                                         | +        |          |          |          |          |
| 2 | - методы компьютерного моделирования химико-технологических процессов;                                                                                                                                                                                   | +        | +        | +        |          |          |
| 3 | - численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах моделей химико-технологических процессов;                                                                                                                                     |          | +        | +        |          |          |
| 4 | - способы применения компьютерных моделей химико-технологических процессов для решения задач научных исследований, а также задач анализа и оптимизации химико-технологических систем;                                                                    |          | +        | +        | +        | +        |
| 5 | - принципы применения методологии компьютерного моделирования при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.                                                                                                | +        | +        | +        | +        | +        |
|   | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                            |          |          |          |          |          |
| 6 | - применять полученные знания при решении профессиональных задач компьютерного моделирования процессов в теплообменниках и химических реакторах;                                                                                                         | +        | +        | +        | +        |          |
| 7 | - решать обратные задачи структурной и параметрической идентификации математического описания процессов химических превращений в реакторах с мешалкой и трубчатых реакторах, а также математического описания процессов теплопередачи в теплообменниках; |          | +        | +        | +        | +        |
| 8 | - решать прямые задачи компьютерного моделирования процессов в реакторах с                                                                                                                                                                               |          | +        | +        |          |          |

|                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
|                                                                                                                                                 | мешалкой;                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |   |   |
| 9                                                                                                                                               | - решать прямые задачи компьютерного моделирования процессов в трубчатых реакторах;                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         | + | + |   |   |
| 10                                                                                                                                              | - решать задачи оптимизации процессов химических превращений в реакторах и процессов теплопередачи в теплообменниках.                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                         | + | + |   |   |
|                                                                                                                                                 | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |   |   |
| 11                                                                                                                                              | методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакета MATLAB, для моделирования и оптимизации процессов в теплообменниках, а также в химических реакторах идеального перемешивания и идеального вытеснения. | +                                                                                                                                                                                                                                       | + | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b><u>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u></b> |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |   |   |
| 12                                                                                                                                              | ОПК-4<br>Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты                         | ОПК-4.1; Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с учетом требований качества, надежности и стоимости.                                                                                                                | + | + | + | + |
|                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                       | ОПК-4.2; Умеет применять аналитические и численные методы для решения задач создания продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты. | + | + | + | + |



|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |   |   |   |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
|  |  | ОПК-4.3; Умеет оптимизировать химико-технологические процессы с использованием технологических, экономических и экологических критериев оптимальности при наличии ограничений в виде равенств.                                                          | + | + | + | + | + |
|  |  | ОПК-4.4; Владеет способами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических процессов продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты | + | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                                                             | Часы |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | 1                    | Безусловная оптимизация методом классического математического анализа                                                                                                                                                                                                 | 5    |
| 2     | 2                    | Определение оптимального времени проведения химической реакции в аппарате идеального смешения, приняв в качестве критерия оптимальности выход целевого продукта $P$ .                                                                                                 | 3    |
| 3     | 2                    | Определение оптимального времени проведения реакции в периодическом реакторе с мешалкой, используя в качестве критерия оптимальности выход целевого продукта $P$ .                                                                                                    | 3    |
| 4     | 2                    | Определение оптимальной температуры проведения обратимой двухкомпонентной реакции в реакторе с мешалкой, используя в качестве критерия оптимальности выход целевого продукта $P$ .                                                                                    | 3    |
| 5     | 3                    | Условная оптимизация методом классического математического анализа с применением множителей Лагранжа                                                                                                                                                                  | 3    |
| 6     | 3                    | Определение соотношения между высотой и диаметром цилиндрического сосуда при минимальной его поверхности и заданном объеме.                                                                                                                                           | 1    |
| 7     | 3                    | Определение оптимального распределения потока сырья, поступающего на параллельно работающие реакторы идеального смешения, в которых проводится последовательная реакция.                                                                                              | 1    |
| 8     | 3                    | Оптимизация многостадийных процессов. Для заданного числа реакторов в каскаде и заданной степени превращения реагента, реакции первого порядка типа $A \rightarrow P$ найти такое распределение объемов реакторов, при котором их суммарный объем был бы минимальным. | 2    |
| 9     | 3                    | Определение среднего времени пребывания реакционной массы в каждом из аппаратов (каскад реакторов идеального перемешивания) с тем, чтобы общее время пребывания реакционной массы в системе было минимальным.                                                         | 2    |
| 10    | 4                    | Оптимизация методом нелинейного программирования (НЛП)                                                                                                                                                                                                                | 3    |
| 11    | 4                    | Прямые методы поиска экстремума функции многих переменных, не использующие производные (методы нулевого порядка)                                                                                                                                                      | 3    |
| 12    | 5                    | Прямые методы поиска экстремума функции многих переменных, использующие производные (методы первого порядка)                                                                                                                                                          | 3    |
| 13    | 5                    | Оптимизация методом линейного программирования (ЛП)                                                                                                                                                                                                                   | 2    |

## 6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине **«Оптимизация химико-технологических процессов»** выполняется в соответствии с Учебным планом в 3 семестре и занимает 17 акад. ч. Лабораторные работы охватывают 4 раздела дисциплины. В лабораторный практикум входит 6 работ, примерно по 3 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине **«Оптимизация химико-технологических процессов»**.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 60 баллов (максимально по 10 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ                                                                                                                                       | Часы |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | 2                    | Основные приемы работы с пакетом MATLAB при моделировании и оптимизации процессов химических превращений в реакторах с мешалкой. Решение задач одномерной оптимизации | 2    |
| 2     | 2                    | Решение задач многомерной оптимизации с применением пакета MATLAB.                                                                                                    | 3    |
| 3     | 2,3                  | Решение уравнений и их систем с применением пакета MATLAB при оптимизации химико-технологических процессов.                                                           | 3    |
| 4     | 2,3                  | Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем с применением пакета MATLAB при оптимизации химико-технологических процессов.                             | 3    |
| 5     | 4                    | Решение задач нелинейного программирования при оптимизации химико-технологических процессов                                                                           | 3    |
| 6     | 5                    | Решение задач линейного программирования в химической промышленности при ограничениях на сырьевые и материальные ресурсы.                                             | 3    |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу курса;
- подготовку к сдаче лабораторного практикума (3 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из

литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение лабораторных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.** *Не предусмотрено.*

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрена защита 6 лабораторных работ. Максимальная оценка за лабораторные работы 60 баллов по 10 баллов за каждую.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.**

#### **8.3.1 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой).**

Максимальное количество баллов на *зачете с оценкой* – 40 баллов. Билет на *зачете с оценкой* включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

#### **Примеры вопросов к зачету с оценкой.**

##### **Раздел 1.**

1. Чем отличается математическое моделирование от физического моделирования?
2. Системный анализ химико-технологических процессов (ХТП) и его роль при разработке компьютерных моделей ХТП
3. Этапы построения математических моделей ХТП.
4. Как составляется система уравнений математического описания ХТП ?
5. Чем отличаются физико-химические модели от эмпирических моделей?
6. Что представляет собой расчетный модуль ХТП ?
7. Какие численные алгоритмы вычислительной математики используются при моделировании ХТП ?
8. Как формулируются задачи структурной и параметрической идентификации при разработке компьютерных моделей ХТП ?
9. Определение адекватности математических моделей ХТП.
10. Особенности математических моделей химико-технологических систем (ХТС) – химических производств
11. Формулировка задачи оптимизации с применением адекватных моделей ХТП.
12. Анализ, оптимизации и синтез ХТП с применением их математических моделей.
13. Принципы функционирования пакета моделирующих программ CHEMCAD.
14. Применение CALS-технологий для оптимизации действующих и проектируемых химических производств.
15. Применение математических моделей ХТП и ХТС для решения задач автоматизированного проектирования(САПР) и автоматизированного управления(АСУТП, АСОУП и АСУП).
16. Автоматизированные (компьютерные) системы для проведения научных (АСНИ) и лабораторных (АЛИС) исследований. Принципы их функционирования.

17. Автоматизированные обучающие системы и тренажеры в химической промышленности.

## **Раздел 2.**

1. Математическое описание микрокинетики химических превращений в сложной химической реакции.
2. Понятия локальных интенсивностей компонентов и тепла в сложной химической реакции и математические выражения для их определения.
3. Скорость стадий сложной химической реакции и скорости химических реакции по участвующим в ней компонентам.
4. Чем отличается математическое описание гомогенной и гетерогенной химической реакций ?
5. По каким экспериментальным данным определяются кинетические коэффициенты уравнений математического описания скоростей химических реакций?
6. Пакет MATLAB для решения задач одномерной и многомерной оптимизации.
7. Какие алгоритмы решения дифференциальных уравнений необходимы для определения кинетических коэффициентов уравнений, описывающих скорости химических реакций?
8. В каких случаях необходимо использовать алгоритмы для решения жестких систем дифференциальных уравнений для решения задач параметрической идентификации уравнений кинетических коэффициентов скоростей химических реакций?
9. Как формируется целевая функция для решения задач параметрической идентификации уравнений кинетических коэффициентов скоростей химических реакций?
10. Какие расчетные модули пакета MATLAB необходимо использовать для решения задач структурной и параметрической идентификации уравнений кинетических коэффициентов скоростей химических реакций?

**Раздел 3.** Почему допустимо применение моделей идеального смешения и идеального вытеснения для описания структуры гидродинамических потоков в реакторах с мешалкой и в трубчатых реакторах ?

1. Чем отличается математическое описание процесса химического превращения в реакторе с мешалкой и в трубчатом реакторе ?
2. Какие алгоритмы MATLAB используются для решения прямых задач при моделировании процесса в реакторе с мешалкой ?
3. Какие алгоритмы MATLAB применяются для решения прямых задач при моделировании процесса в трубчатом реакторе?
4. Графическая интерпретация задачи динамического программирования изотермического каскада последовательных реакторов с мешалкой.
5. Оптимизация изотермических режимов процессов в каскаде последовательных химических реакторов методом динамического программирования.
6. Оптимизация изотермических режимов процессов в параллельно работающих химических реакторах методом множителей Лагранжа.
7. Оптимизация изотермических режимов процессов в последовательно работающих химических реакторах методом множителей Лагранжа.
8. Оптимизация процесса химического превращения в реакторе с мешалкой.
9. Какие расчетные модули пакета MATLAB необходимо использовать для решения задач оптимизации процессов в реакторах с мешалкой и в трубчатых реакторах?

**Раздел 4.** Выбор технологических критериев оптимальности и ресурсов оптимизации.

1. Мультимодальные целевые функции и целевые функции, имеющие овражный характер.

2. Необходимость учета ограничений второго рода при оптимизации химико-технологических процессов.
3. Необходимые и достаточные условия экстремума многих переменных. Квадратичные формы.
4. Одномерные методы оптимизации.
5. Многомерные методы оптимизации нулевого порядка.
6. Многомерные градиентные методы оптимизации.
7. Методы случайного поиска.
8. Метод деформируемых многогранников.
9. Метод штрафных функций.

#### Раздел 5.

1. Выбор экономических критериев оптимальности и ресурсов оптимизации.
2. Анализ критериев оптимальности – себестоимости, прибыли, нормы прибыли, приведенных затрат и приведенного дохода.
3. Принципы формулирования линейных ограничений на примере ограниченных ресурсов химических производств.
4. Формулировка задачи линейного программирования и ее геометрическая интерпретация.
5. Формулировка задачи линейного программирования в пакете MATLAB.
6. Необходимость учета ограничений второго рода при оптимизации химико-технологических процессов.
7. Необходимые и достаточные условия экстремума многих переменных. Квадратичные формы.
8. Графический метод решения задачи линейного программирования.
9. Симплексный метод решения задачи линейного программирования.
10. Метод искусственного базиса для решения задачи линейного программирования.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой.

**Зачет с оценкой** по дисциплине «Оптимизация химико-технологических процессов» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/> <u>И.о. зав. кафедрой ИКП</u><br/>         (Должность, наименование кафедры)<br/> <u>Панкрушина А.В.</u><br/>         (Подпись) (И. О. Фамилия)<br/>         «__» _____ 2025 г.</p>                                                                                                                                                                   | Министерство науки и высшего образования РФ                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Кафедра информатики и компьютерного проектирования                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 18.04.01 Химическая технология                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Оптимизация химико-технологических процессов                        |
| <p align="center"><b>Билет № 1</b></p> <p>1. В каких случаях необходимо использовать алгоритмы для решения жестких систем дифференциальных уравнений для решения задач параметрической идентификации уравнений кинетических коэффициентов скоростей химических реакций?</p> <p>2. Необходимые и достаточные условия экстремума многих переменных. Квадратичные формы.</p> |                                                                     |

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Перерва О.В., Гартман Т.Н., Панкрушина А.В., Советин Ф.С. Компьютерное моделирование химико-технологических процессов в программе CHEMCAD: практическое руководство для технологов и проектировщиков: учебное пособие для ВУЗов. – Москва: Лань, 2024. – 184 с.
2. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. "Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 404 с.
3. Панкрушина А.В., Павлов А.С., Гартман Т.Н., Царева Е.В., Советин Ф.С. Решение задач безусловной оптимизации химико-технологических процессов с применением пакета прикладных программ вычислительной математики: учеб. пособие / - М.: РХТУ им Д.И. Менделеева, 2018.- 124 с.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов. – М: ИКЦ «Академкнига», 2008. – 416 с.
2. Решение типовых задач одномерной и многомерной оптимизации с применением пакета MATLAB: учеб. пособие / под ред. проф. Т.Н. Гартмана. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011 – 94 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Раздаточный иллюстративный материал.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://intuit.ru>
- <http://wolframalfa.com>
- <http://mathnet.ru>
- <http://arxiv.org> и [archive.org](http://archive.org)

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- Текстовый редактор Microsoft Word 2019 (и выше)
- Табличный редактор Microsoft Excel 2019 (и выше)
- Редактор презентаций PowerPoint 2019 (и выше)
- Комплект технических средств для демонстрации презентаций
- Лицензионный пакет MATLAB – сетевая версия на 30 рабочих станций
- Учебный портал РХТУ им. Д.И. Менделеева
- Почтовый мессенджер e-mail
- Электронная информационно-образовательная среда ЭИОС

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Оптимизация химико-технологических процессов*» проводятся в форме практических, лабораторных и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

- Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;
- учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации;
- компьютерные классы, насчитывающие не менее 10 посадочных мест с предустановленным программным обеспечением для выполнения лабораторных работ;
- библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащённые компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Учебные пособия по дисциплине. Электронный раздаточный материал к разделам курса. Демонстрационные материалы по курсу.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

- персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны;
- аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя;
- WEB-камеры;
- цифровой фотоаппарат;



- копировальные аппараты;
- локальная сеть с выходом в Интернет;

#### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Учебники, учебные и учебно-методические пособия по основным разделам курса.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий, электронный конспект материалов по дисциплине, электронные презентации по темам курса; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

#### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                                                                               | Реквизиты договора поставки                                                                  | Количество лицензий                            | Срок окончания действия лицензии                                                           |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                                                                   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020                                                        | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                                 |
| 2     | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul> | Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019                                                       | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3     | MATLAB Academic Individual и Optimization Toolbox Academic Individual                                                                                            | Договор № Tr000210400 с АО «СофтЛайн Трейд», акт предоставления прав №Tr087691 от 27.12.2017 | 10                                             | бессрочная                                                                                 |
| 4     | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                               | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10                                                        | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                                        | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Формы и методы контроля и оценки                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Характеристика задач оптимизации процессов химической технологии</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- иерархическую структуру химико-технологических процессов и методику системного анализа химических производств;</li> <li>- методы компьютерного моделирования химико-технологических процессов;</li> <li>- принципы применения методологии компьютерного моделирования при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания при решении профессиональных задач компьютерного моделирования процессов в теплообменниках и химических реакторах</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакета MATLAB, для моделирования и оптимизации процессов в теплообменниках, а также в химических реакторах идеального перемешивания и идеального вытеснения.</li> </ul> | <p>Оценка на зачете с оценкой</p>                                                      |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Оптимизация типовых химико-технологических процессов</p>             | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы компьютерного моделирования химико-технологических процессов;</li> <li>- численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах моделей химико-технологических процессов;</li> <li>- способы применения компьютерных моделей химико-технологических процессов для решения задач научных исследований, а также задач анализа и оптимизации химико-технологических систем;</li> <li>- принципы применения методологии компьютерного моделирования при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Оценка при сдаче лабораторной работы №1,2,3,4</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p> |

|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания при решении профессиональных задач компьютерного моделирования процессов в теплообменниках и химических реакторах;</li> <li>- решать обратные задачи структурной и параметрической идентификации математического описания процессов химических превращений в реакторах с мешалкой и трубчатых реакторах, а также математического описания процессов теплопередачи в теплообменниках;</li> <li>- решать прямые задачи компьютерного моделирования процессов в реакторах с мешалкой;</li> <li>- решать прямые задачи компьютерного моделирования процессов в трубчатых реакторах;</li> <li>- решать задачи оптимизации процессов химических превращений в реакторах и процессов теплопередачи в теплообменниках.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакета MATLAB, для моделирования и оптимизации процессов в теплообменниках, а также в химических реакторах идеального перемешивания и идеального вытеснения.</li> </ul> |                                                                                   |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/>Оптимизация процессов в каскаде последовательных и параллельных аппаратов химических производств.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы компьютерного моделирования химико-технологических процессов;</li> <li>- численные методы вычислительной математики для реализации на компьютерах моделей химико-технологических процессов;</li> <li>- способы применения компьютерных моделей химико-технологических процессов для решения задач научных исследований, а также задач анализа и оптимизации химико-технологических систем;</li> <li>- принципы применения методологии компьютерного моделирования при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>Оценка при сдаче лабораторных работ №3,4</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p> |

|                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания при решении профессиональных задач компьютерного моделирования процессов в теплообменниках и химических реакторах:</li> <li>- решать обратные задачи структурной и параметрической идентификации математического описания процессов химических превращений в реакторах с мешалкой и трубчатых реакторах, а также математического описания процессов теплопередачи в теплообменниках;</li> <li>- решать прямые задачи компьютерного моделирования процессов в реакторах с мешалкой;</li> <li>- решать прямые задачи компьютерного моделирования процессов в трубчатых реакторах;</li> <li>- решать задачи оптимизации процессов химических превращений в реакторах и процессов теплопередачи в теплообменниках.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакета MATLAB, для моделирования и оптимизации процессов в теплообменниках, а также в химических реакторах идеального перемешивания и идеального вытеснения.</li> </ul> |                                                                                  |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/>Технологическая оптимизация процессов химических производств методом нелинейного программирования.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы применения компьютерных моделей химико-технологических процессов для решения задач научных исследований, а также задач анализа и оптимизации химико-технологических систем;</li> <li>- принципы применения методологии компьютерного моделирования при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания при решении профессиональных задач компьютерного моделирования процессов в теплообменниках и химических реакторах:</li> <li>- решать обратные задачи структурной и параметрической идентификации</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Оценка при сдаче лабораторной работы №4</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p> |

|                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                      | <p>математического описания процессов химических превращений в реакторах с мешалкой и трубчатых реакторах, а также математического описания процессов теплопередачи в теплообменниках;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакета MATLAB, для моделирования и оптимизации процессов в теплообменниках, а также в химических реакторах идеального перемешивания и идеального вытеснения.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                  |
| <p><b>Раздел 5.</b><br/>Экономическая оптимизация производственных процессов методом линейного программирования.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы применения компьютерных моделей химико-технологических процессов для решения задач научных исследований, а также задач анализа и оптимизации химико-технологических систем;</li> <li>- принципы применения методологии компьютерного моделирования при автоматизированном проектировании и компьютерном управлении химическими производствами.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать обратные задачи структурной и параметрической идентификации математического описания процессов химических превращений в реакторах с мешалкой и трубчатых реакторах, а также математического описания процессов теплопередачи в теплообменниках;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами применения стандартных пакетов прикладных программ, в частности пакета MATLAB, для моделирования и оптимизации процессов в теплообменниках, а также в химических реакторах идеального перемешивания и идеального вытеснения.</li> </ul> | <p>Оценка при сдаче лабораторной работы №5</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Оптимизация химико-технологических процессов»  
основной образовательной программы  
18.04.01 Химическая технология**

**Форма обучения: очная**

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                          |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №____от<br>«____»_____20____г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №____от<br>«____»_____20____г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №____от<br>«____»_____20____г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Профессионально-ориентированный перевод»**

**Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа – «Химическая технология  
высокотемпературных функциональных материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**



Программа составлена:

Зав. кафедрой иностранных языков, к.филол.н, к.э.н., доцентом Кузнецовым И.А.,  
Профессором, д.п.н., к.х.н. Кузнецовой Т.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры иностранных языков  
«30» июня 2025 г., протокол № 10.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Иностранных языков** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Профессионально-ориентированный перевод»** относится к факультативным дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области иностранного языка и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Иностранный язык».

**Цель дисциплины** – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

### **Задачи дисциплины:**

- подготовка к профессионально-ориентированному переводу научно-технических специальных текстов путем создания у студентов пассивного и активного запаса лексики, в том числе общенаучной и специальной терминологии, необходимой для перевода научно-технических текстов по выбранной специальности;
- отработка грамматических тем, представляющих сложности при переводе в паре языков русский - английский;
- формирование базовых навыков перевода, на основе рекомендованных в программе учебников и учебных пособий по иностранным языкам для химических вузов.

Дисциплина **«Профессионально-ориентированный перевод»** преподается во 2 семестре (очная форма обучения). Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Наименование категории (группы) УК | Код и наименование УК                                                                                                                                            | Код и наименование индикатора достижения УК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Коммуникации                       | УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия | УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;<br>УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.);<br>УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях. |

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                    | Объект или область знания                                                                                                                                                                                                                                            | Код и наименование ПК                                                                                                                                    | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                             | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации | Химическое, химико-технологическое производство Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства) | ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи | ПК-2.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации                                                            | Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. |
|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                          | ПК-2.2 Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                          | ПК-2.3 Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

*Уметь:*

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

*Владеть:*

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |             |             |
|------------------------------------------------|------------------|-------------|-------------|
|                                                | ЗЕ               | Акад. ч.    | Астр. ч.    |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | 2                | 72          | 54          |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,9</b>       | <b>34</b>   | <b>25,5</b> |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,9              | 34,0        | 25,5        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,1</b>       | <b>38,0</b> | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,1              | 0,2         | 0,15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 37,8        | 28,35       |
| <b>Виды контроля:</b>                          | <b>Зачет</b>     |             |             |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма обучения

| №<br>п/п  | Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Академ. часов |             |               |                     |                     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------|---------------------|
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Всего         | Лек-<br>ции | Прак.<br>зан. | Лаб.<br>рабо-<br>ты | Сам.<br>рабо-<br>та |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов</b>                                                                                                                                                                                                                                         | <b>24</b>     | <b>-</b>    | <b>12</b>     | <b>-</b>            | <b>12</b>           |
| 1.1       | Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.                                                                                                                                      | 12            | -           | 6             | -                   | 6                   |
| 1.2       | Техническая терминология: характеристики.<br>Терминология в области информационных систем в цифровой экономике.<br>Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе. | 12            | -           | 6             | -                   | 6                   |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>24</b>     | <b>-</b>    | <b>12</b>     | <b>-</b>            | <b>12</b>           |
| 2.1       | Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение.<br>Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.                                                                                                                                                     | 6             | -           | 3             | -                   | 3                   |
| 2.2       | Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода.<br>Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по теме «Информационные системы в цифровой экономике».                                                                                                                                                           | 6             | -           | 3             | -                   | 3                   |
| 2.3       | Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов.<br>Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Информационные системы в цифровой экономике».                                                                                                                                                 | 6             | -           | 3             | -                   | 3                   |

|           |                                                                                                                             |           |          |           |          |           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 2.4       | Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык. | 6         | -        | 3         | -        | 3         |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально -ориентированном переводе</b>                                                 | <b>24</b> | <b>-</b> | <b>10</b> | <b>-</b> | <b>14</b> |
| 3.1       | Системы автоматизации перевода (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.    | 12        | -        | 6         | -        | 6         |
| 3.2       | Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.             | 12        | -        | 4         | -        | 8         |
|           | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                | <b>72</b> | <b>-</b> | <b>34</b> | <b>-</b> | <b>38</b> |

#### **4.2 Содержание разделов дисциплины**

##### **Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов**

1.1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.

1.2. Техническая терминология: характеристики.

Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.

##### **Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов**

2.1. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.

2.2. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.3. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.4. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.

##### **Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально -ориентированном переводе.**

3.1. Системы автоматизации перевода. (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.

3.2. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.



## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                                                                                                                                  | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                      | Раздел<br>1                                                                                                                            | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                                    | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                        |             |             |
| 1                                                                                                                                  | – основные способы достижения эквивалентности в переводе;                                                                                                                                             | +                                                                                                                                      | +           | +           |
| 2                                                                                                                                  | – основные приемы перевода;                                                                                                                                                                           | +                                                                                                                                      |             |             |
| 3                                                                                                                                  | – языковую норму и основные функции языка как системы;                                                                                                                                                | +                                                                                                                                      | +           |             |
| 4                                                                                                                                  | – достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;                                                  | +                                                                                                                                      | +           | +           |
|                                                                                                                                    | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                        |             |             |
| 5                                                                                                                                  | – применять основные приемы перевода;                                                                                                                                                                 | +                                                                                                                                      | +           | +           |
| 6                                                                                                                                  | – осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;                                                   | +                                                                                                                                      | +           | +           |
| 7                                                                                                                                  | – оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;                                                                                                                                        |                                                                                                                                        | +           | +           |
| 8                                                                                                                                  | – осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста |                                                                                                                                        | +           | +           |
|                                                                                                                                    | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                        |             |             |
| 9                                                                                                                                  | – методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;                                                                                              |                                                                                                                                        | +           | +           |
| 10                                                                                                                                 | – методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;                                                                     | +                                                                                                                                      | +           | +           |
| 11                                                                                                                                 | – основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;                                                                                                                          |                                                                                                                                        | +           | +           |
| 12                                                                                                                                 | – основной иноязычной терминологией специальности,                                                                                                                                                    |                                                                                                                                        | +           | +           |
| 13                                                                                                                                 | – основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.                                                                                                                                 |                                                                                                                                        |             | +           |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</u> : |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                        |             |             |
|                                                                                                                                    | <b>Код и наименование УК</b>                                                                                                                                                                          | <b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>                                                                                     |             |             |
| 14                                                                                                                                 | – УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для                                                                                      | – УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные; | +           | +           |

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                    |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
|                                                                                                                                             | академического и профессионального взаимодействия                                                                                                          | – УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.); | + | + | + |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                            | – УК-4.4 Владеет интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях.                                     | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b><u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u></b> |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                    |   |   |   |
| 15                                                                                                                                          | – ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи | – ПК-2.1 Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации;                                                                                    | + | + | + |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                            | – ПК-2.2 Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию;                                                                                         | + | + | + |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                            | – ПК-2.3 Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования.                         | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

#### Очная форма обучения

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Часы |
|-------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.    | Раздел 1             | Практическое занятие 1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность. адекватность, переводимость специальных текстов.                                                                                                                                                   | 6    |
| 2.    | Раздел 1             | Практическое занятие 2. Техническая терминология: характеристики.<br>Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов<br>Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе. | 6    |
| 3.    | Раздел 2             | Практическое занятие 3. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение.<br>Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.                                                                                                                                                                  | 3    |
| 4.    | Раздел 2             | Практическое занятие 4. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода.<br>Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.                                                                                                                                                                  | 3    |
| 5.    | Раздел 2             | Практическое занятие 5. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов.<br>Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.                                                                                                                                                        | 3    |
| 6.    | Раздел 2             | Практическое занятие 6. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.                                                                                                                                                                                                                                            | 3    |
| 7.    | Раздел 3             | Практическое занятие 7. Системы автоматизации перевода (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.                                                                                                                                                                                                                                               | 6    |
| 8.    | Раздел 3             | Практическое занятие 8. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.                                                                                                                                                                                                                                                        | 4    |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета** (2 семестр) по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), оценки за реферат (максимальная оценка 10 баллов) и оценки за практическую работу (максимальная оценка 30 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Основы природопользования
2. Экологический мониторинг
3. Техногенные системы и экологический риск
4. Основы промышленной экологии
5. Основные проблемы химии устойчивого развития

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольную работу 1 составляет: 20 баллов; за контрольную работу 2 – 20 баллов; за контрольную работу 3 – 20 баллов (1 семестр).

#### Раздел 1. Контрольная работа № 1.

##### Примеры заданий к контрольной работе № 1.

Контрольная работа содержит 3 задания:

1 задание: перевод текста с листа – 10 баллов,

2 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,

**3 задание: письменный перевод предложений на видовременные формы английского глагола – 5 баллов,**  
**оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.**

**1.** Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в действительном залоге.

#### **Water purification**

Water purification is the removal of contaminants from raw water to produce drinking water that is pure enough for human consumption or for industrial use. Substances that are removed during the process include parasites, bacteria, algae, viruses, fungi, minerals (including toxic metals such as Lead, Copper etc.), and man-made chemical pollutants. Many contaminants can be dangerous—but depending on the quality standards, others are removed to improve the water's smell, taste, and appearance. A small amount of disinfectant is usually intentionally left in the water at the end of the treatment process to reduce the risk of re-contamination in the distribution system. Many environmental and cost considerations affect the location and design of water purification plants. There are a number of methods commonly used to purify water. Their effectiveness is linked to the type of contaminant being treated and the type of application the water will be used for.

Filtration: This process can take the form of any of the following:

- Coarse filtration: Also called particle filtration, it can utilize anything from a 1 mm sand filter, to a filter.
- Micro filtration: Uses 1 to 0.1 micron devices to filter out bacteria. A typical implementation of this technique can be found in the brewing process.
- Ultra filtration: Removes pyroxenes, DNA and RNA fragments.
- Reverse osmosis: Often referred to as RO, reverse osmosis is the most refined degree of liquid filtration. Instead of a filter, it uses a porous material acting as a unidirectional sieve that can separate molecular-sized particles.

Distillation: Oldest method of purification. Inexpensive but cannot be used for an on-demand process. Water must be distilled and then stored for later use, making it again prone to contamination if not stored properly. Activated carbon adsorption: Operates like a magnet on chlorine and organic compounds. Ultraviolet radiation: At a certain wavelength, this might cause bacteria to be sterilized and other micro organics to be broken down. Deionization: Also known as ion exchange, it is used for producing purified water on-demand, by passing water through resin beds. Negatively charged (cationic) resin removes positive ions, while positively charged one (anionic) removes negative ions. Continuous monitoring and maintenance of the cartridges can produce the purest water.

2. Контроль лексики – 50 лексических единиц.

3. Перевод предложений на пройденный лексико-грамматический материал

The students were writing down all the data during the experiment.

The researchers will complete the experimental part of their investigation in a week.

They had already completed the experiment when he came.

This technician will have installed the new equipment in our lab by the beginning of the new year.

The production of zinc occurred much later than that of the other common metals.

A number of scientists have confirmed this suggestion.

That matter may exist in three physical states (solid, liquid and gas) is common knowledge.

According to the wave theory, light consists of rapid vibrations.

In the course of his investigations of the solar spectrum, Kirchhoff obtained a number of fundamental results.

In 1911, Ernest Rutherford put forward a model of the atom according to which the atom consists of a small, heavy, charged central nucleus surrounded by a charge distribution of the opposite sign.

## **Раздел 2. Контрольная работа № 2.**

### **Примеры заданий к контрольной работе № 2.**

#### **Контрольная работа содержит 5 заданий:**

**1 задание: Устный перевод текста – 10 баллов,**

**2 задание: письменный перевод 10 предложений (без словаря) – 5 баллов,**

**3 задание: Контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,**

**оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.**

1. Прочитайте текст с последующим переводом с листа, обращая внимание на употребление видовременных форм глагола в страдательном залоге и на инфинитивные конструкции.

Solid wastes are generally composed of non-biodegradable and non-compostable biodegradable materials. The latter refer to solid wastes whose biodeterioration is not complete; in the sense that the enzymes of microbial communities that feed on its residues cannot cause its disappearance or conversion into another compound. Parts of liquid waste materials are also considered as solid wastes, where the dredging of liquid wastes will leave solid sedimentation, to which proper waste management techniques should also be applied. Solid waste pollution is when the environment is filled with non-biodegradable and non-compostable biodegradable wastes that are capable of emitting greenhouse gases, toxic fumes, and particulate matters as they accumulate in open landfills. These wastes are also capable of leaching organic or chemical compositions to contaminate the ground where such wastes lay in accumulation. Solid wastes carelessly thrown in streets, highways, and alleyways can cause pollution when they are carried off by rainwater run-offs or by flood water to the main streams, as these contaminating residues will reach larger bodies of water.

2. Письменно переведите предложения (без словаря):

The engine to be installed in this car is very powerful.

Most scientists expect major development in the nearest future to take place in biology.

One will naturally think such course of events to be disastrous not only for science but for future of mankind.

He is not only critical of the work of others, but also of his own, since he knows the man to be the least reliable of scientific instruments.

The theory suggested by Dr. McCarty is reported to fit the experimental data.

For any natural physical state to change, some changes of the condition acting upon this state must occur.

We know acids and bases to be extremely useful substance.

In this experiment scientists seemed to have included some new compounds.

To understand the nature of this phenomenon was very difficult.

The purpose of this experiment is to find a solvent for this mixture.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

## **Контрольная работа №3. Примеры заданий к контрольной работе №3.**

### **Контрольная работа №3 содержит 3 задания:**

**1 задание: перевод статьи и составление к ней аннотации – 10 баллов,**

**2 задание: письменный перевод предложений, содержащих пройденные грамматические конструкции – 5 баллов,**

**3 задание: контроль лексики (50 лексических единиц) – 5 баллов,**

**оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.**

1. Переведите статью и составьте к ней аннотацию:

#### **What Are the Causes of Solid Waste Pollution?**

Causes of solid waste pollution are pollutants from households, industrial units, manufacturing units, commercial establishments, landfills, hospitals and medical clinics. The

pollutants from these places may be in the form of non-biodegradable matter or non-compostable degradable matter.

Trash collected from households often takes the form of plastic bags and organic waste. Solid feces flowing out of homes and into sewers pollute underground water. Commercial establishments also pile up a lot of such waste matter. Industrial units involved in manufacturing produce toxic solid waste, such as slag, from the industrial process of obtaining metals from their ores.

Hospitals and clinics also produce waste in the form of disposable syringes, used test tubes, plastic bags used for collecting blood, cotton swabs and used bandages. Such solid waste needs careful handling and disposal. The soil becomes polluted with dangerous medical waste when such matter is disposed of directly into landfills.

Solid waste is usually dumped in landfills. Landfills are large pits in the ground that act as garbage disposal places. The biodegradable matter in landfills becomes a part of the soil gradually. The toxic non-biodegradable and non-compostable matter poses a health hazard as it does not decompose but mixes with the soil and the underground water.

Industrial incinerators are used to burn trash on a large scale. They cause pollution by emitting greenhouse gases while burning solid waste.

Recycling reduces pollution by cutting down on the amount of waste that sits in landfills and clutter that dirties streets, parks, roadsides, rivers and lakes. Solid waste material that ends up in landfills causes air pollution in the form of methane gas emissions. Recycling more waste reduces the amount of methane that escapes into the air. Recycling also reducing the production of virgin resources which process contributes to pollution.

When products such as glass, paper, plastic, wood and metals are thrown away and left to rot in a landfill, their presence leads to increased pollution. Likewise, trash that is thrown on the ground by pedestrians and motorists increases pollution. That debris scatters about and becomes an eyesore and environmental hazard.

Reclaiming city streets, parks, highways and waterways from the pollution created by trash and debris is a major priority for most cities across the United States. Pollution must constantly be monitored so that it does not get out of control and become overly destructive to the environment. When people are careless with trash, their behavior can ruin land and important waterways.

In a world that is increasingly crowded, recycling is crucial in order to prevent the further sprawl of toxic landfills that threaten the delicate balance of the ecosystem. Support the planet by separating recyclable materials into bins or taking materials to recycling centers.

2. Письменно переведите предложения (без словаря)

1. The phlogiston theory is a theory that postulated that a fire-like element called phlogiston is contained within combustible bodies and released during combustion.

2. The theory attempted to explain burning processes such as combustion and rusting, which are now collectively known as oxidation.

3. The theory of phlogiston was suggested by the German Georg Ernst Stahl in the early 18th century

4. Phlogiston remained the dominant theory until the 1780s when Lavoisier showed that combustion requires a gas that has mass (oxygen) and could be measured by means of weighing closed vessels

5. The development of the electrochemical theory of chemical combinations occurred in the early 19th century as the result of the work of two scientists in particular.

6. Davy discovered nine new elements including the alkali metals by extracting them from their oxides with electric current.

7. The current model of atomic structure is the quantum mechanical model.

8. Traditional chemistry starts with the study of elementary particles, atoms, molecules, substances, metals, crystals and etc.

9. This matter can be studied in solid, liquid, or gas states, in isolation or in combination.

10. The interactions, reactions and transformations that are studied in chemistry are usually the result of interactions between atoms, leading to rearrangements of the chemical bonds which hold atoms together.

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет).**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### **8.4. Структура и примеры билетов для зачета (2 семестр).**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Английский язык для химиков – технологов: учебно-методический комплекс в 2 ч.: учеб. пособие/. Кузнецова Т. И. Воловикова Е. В. Кузнецов И. А.; под ред. Т. И. Кузнецовой – М.: М. РХТУ, 2021 г. - 412 с.

2. Кузнецов, И. А., Кузнецова, Т. И., Дистанционный образовательный электронный курс «Английский язык для профессиональной коммуникации» размещённый в ЭСУО Moodle [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Кузнецов, Т. И. Кузнецова — Электрон. дан. — Москва: РХТУ, 2018.

3. Кузьменкова, Ю. Б. Английский язык для технических направлений (А1): учебное пособие для вузов / Ю. Б. Кузьменкова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11608-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495261> (дата обращения: 08.02.2024).

4. Беляева, И. В. Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации: комплексные учебные задания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. В. Беляева, Е. Ю. Нестеренко, Т.И. Сорогина. — Электрон. дан. — Москва: ФЛИНТА, 2017. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92749>.

5. Английский язык для естественно-научных направлений: учебник и практикум для вузов / Л. В. Полубиченко, Е. Э. Кожарская, Н. Л. Моргун, Л. Н. Шевырдяева; под редакцией Л. В. Полубиченко. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15168-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489569> (дата обращения: 08.02.2024).

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Англо-русский словарь химико-технологических терминов / Е. С. Бушмелева, Л. К. Генг, А. А. Карпова, Т. П. Рассказова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 132 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08001-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493385> (дата обращения: 08.02.2024).

2. Стогниева, О. Н. Английский язык для ИТ-направлений. English for Information Technology: учебное пособие для вузов / О. Н. Стогниева. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07849-7. — Текст:



электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492791> (дата обращения: 08.02.2024).

3. Краснова, Т. И. Английский язык для специалистов в области интернет-технологий. English for Internet Technologies: учебное пособие для вузов / Т. И. Краснова, В. Н. Вичугов. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 205 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8573-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490272> (дата обращения: 08.02.2024).

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

— Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

— Презентации к лекциям.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

— <http://www.openet.ru> — Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ;

— <http://window.edu.ru/> — Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;

— <http://fepo.i-exam.ru> — ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС;

— <https://muctr.ru> — Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Учебные планы и программы;

— <http://www.translators-union.ru> — портал Союз переводчиков России (СПР);

— <http://www.russian-translators.ru> — Национальная лига переводчиков;

— <http://www.internationalwriters.com> — The Translator's Tool Box.

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

— <http://doaj.org/> — Directory of Open Access Journals (DOAJ); ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира;

— <https://www.doabooks.org/> — Directory of Open Access Books (DOAB); в базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами;

— <https://www.biomedcentral.com/> — BioMed Central; база данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе;

— <https://arxiv.org/> — электронный ресурс arXiv; крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев;

— <http://www.mdpi.com/> — коллекция журналов MDPI AG; междисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе;

— <http://www.intechopen.com/> — издательство с открытым доступом InTech; первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни;

— <http://www.chemspider.com/> — база данных химических соединений ChemSpider; ChemSpider — это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry);

- <http://journals.plos.org/plosone/> – Коллекция журналов PLOS ONE; PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование;
  - <http://www.uspto.gov/> – US Patent and Trademark Office (USPTO); Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время;
  - <http://worldwide.espacenet.com/> – Espacenet - European Patent Office (EPO); Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
  - [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru) – Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС).
- Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
  - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
  - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
  - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов -300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов 300).
- онлайн-курсы на портале [study.muctr.ru](http://study.muctr.ru) "Английский язык для профессиональной коммуникации" (<https://study.muctr.ru/course/view.php?id=220>), межфакультетский образовательный онлайн курс «Теория и практика перевода» (<https://study.muctr.ru/course/view.php?id=217>), аудиозаписи текстов, предусмотренных в программе для чтения и перевода в процессе обучения.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым

дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Иностранный язык*» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет. Компьютерный класс, оргтехника, теле-, аудио - и видеоаппаратура; мультимедийный проектор, широкоформатный экран.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к разделам занятий.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

- информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам занятий;
- электронные презентации к разделам занятий; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде;
- кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

Электронные информационные ресурсы, доступные пользователям  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
в 2025 году (2 квартал)

Фонд ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

| № | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором |
|---|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|---|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|

|    |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. | CAS SciFinder Discovery Platform                                                      | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="https://scifinder-n.cas.org">https://scifinder-n.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества.</p> <p>CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3. | Wiley Journals Database                                                               | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="https://onlinelibrary.wiley.com">https://onlinelibrary.wiley.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely">https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely</a></p> | <p>John Wiley &amp; Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение.</p> <p><b>Глубина доступа:</b><br/>1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.);<br/>2025 г. (бессрочно)</p> |

|    |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | Questel. База данных Orbit Premium edition                           | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 25.04.2025 г. № 310</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.<br/>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.orbit.com">https://www.orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ к ресурсу только через SAML (Security Assertion Markup Language) аутентификацию.</p> | Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала. |
| 5. | Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 30.10.2022 г. № 1403</p> <p>С 01.11.2022.г. – бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://sk.sagepub.com/books/discipline">https://sk.sagepub.com/books/discipline</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>                                                                   | <p>eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний.</p> <p>Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|    |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. | World Scientific Publishing Co Pte Ltd.<br>База данных World Scientific Complete eJournal Collection | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883</p> <p>С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 г.<br/>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.worldscientific.com">https://www.worldscientific.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен</p> | <p>World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона, которые объединены в группу журналов Asian Studies.</p> <p>Глубина доступа: 2001-2025</p> |
| 7. | Электронные ресурсы Springer Nature                                                                  | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p>                                                                                                                   | <p>Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам:</p> <p>Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    |                                                                                                      | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan.</p> <p>Глубина доступа: 2007 - 2024 гг.</p>                                                                                                                                                                                                            |
|    |                                                                                                      | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по медицине, биомедицине и фармакологии.</p> <p>Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.</p>                                                                                                                                                                                                                      |

|    |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                             | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br>Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице <b>Remote Access</b> сайта издательства.                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8. | Электронные ресурсы Springer Nature Physical Sciences & Engineering Package | Принадлежность – сторонняя<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br><br>Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254<br><br>Бессрочно<br><br>Ссылка на сайт-<br><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> | 1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе<br><a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>     |
|    |                                                                             | Бессрочно<br><br>Ссылка на сайт-<br><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a>                                                                                                                                               | 2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences & Engineering Package на платформе: <a href="https://www.nature.co">https://www.nature.co</a> |
|    |                                                                             | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9. | Электронные ресурсы Springer Nature Social Sciences Package                 | Принадлежность – сторонняя<br>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)<br><br>Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254<br><br>Бессрочно<br><br>Ссылка на сайт-<br><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> | 1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>                       |
|    |                                                                             | Бессрочно<br><br>Ссылка на сайт-<br><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a>                                                                                                                                               | 2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2034 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>                         |
|    |                                                                             | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице <b>Remote Access</b> сайта издательства.                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



|     |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. | База данных 2021, 2023<br>eBook Collections<br>Springer Nature                                                                           | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 02.08.2022 г. № 1045<br/>Информационное письмо РФФИ<br/>от 29.12.2022 г. № 1947</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>О настройках удаленного доступа<br/>к ресурсам Springer Nature на<br/>странице Remote Access сайта<br/>издательства.</p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен.</p> | <p>Springer eBook Collections –<br/>полнотекстовая архивная<br/>коллекция электронных книг<br/>издательства Springer Nature на<br/>английском языке по различным<br/>отраслям знаний.</p> <p>Глубина доступа:</p> <p>2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.</p>                                                                                             |
| 11. | Электронные<br>ресурсы AIPP<br>Digital Archive<br>издательства<br>American Institute<br>of Physics<br>Publishing                         | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 29.12.2022 г. № 1945</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://scitation.org">https://scitation.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен</p>                                                                                                                                                                                                | <p>AIPP Journal Collection – база<br/>данных, содержащая архивную<br/>полнотекстовую коллекцию из 29<br/>журналов и сборников<br/>конференций издательства<br/>American Institute of Physics<br/>Publishing. в области прикладной<br/>физики и смежных областях<br/>знания.</p> <p>Глубина доступа: 1929-1998 гг.</p>                                 |
| 12. | Электронные<br>ресурсы AIPP E-<br>Book Collection I<br>+ Collection II<br>издательства<br>American Institute<br>of Physics<br>Publishing | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 31.10.2022 г. № 1404</p> <p>С 01.11.2022 г. – бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://scitation.org/ebooks">https://scitation.org/ebooks</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен</p>                                                                                                                                                                | <p>AIPP Ebook Collection I + AIPP<br/>Ebook Collection II –<br/>полнотекстовые коллекции книг<br/>издательства American Institute of<br/>Physics Publishing в области<br/>прикладной и химической<br/>физики, биологии, энергетики,<br/>оптики, фотоники,<br/>материаловедения и<br/>нанотехнологий и др.</p> <p>Глубина доступа: 2020 - 2022 гг.</p> |



|     |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13. | Bentham Science Publishers<br>База данных Journals | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 24.08.2022 г. № 1136</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://eurekaselect.com/bypublication">https://eurekaselect.com/bypublication</a></p> <p>С инструкцией по настройке<br/>удаленного доступа можно<br/>ознакомиться по <a href="#">ссылке</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен.</p> | <p>Bentham journal collection –<br/>полнотекстовая коллекция<br/>журналов издательства Bentham<br/>Science, которое публикует<br/>научные, технические и<br/>медицинские издания,<br/>охватывающие различные области<br/>от химии и химической<br/>технологии, инженерии,<br/>фармацевтических исследований<br/>и разработок, медицины до<br/>социальных наук.</p> <p>Глубина доступа:</p> <p>2000 - 2021 гг. (до 01.06.2025 г.);<br/>2022 - 2025 гг.</p>                            |
| 14. | Bentham Science Publishers<br>База данных eBooks   | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 08.09.2022 г. № 1217</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://eurekaselect.com/bybook">https://eurekaselect.com/bybook</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен.</p>                                                                                                                         | <p>Books – полнотекстовая<br/>коллекция электронных книг<br/>издательства Bentham Science<br/>Publishers, в которую включены<br/>издания по следующим областям<br/>науки: химия, физика,<br/>материаловедение, астрономия,<br/>оптика, фотоника, энергетика,<br/>инженерия, математика,<br/>статистика, информатика и<br/>вычислительная техника,<br/>медицина, фармакология,<br/>окружающая среда, бизнес,<br/>экономика, финансы и др.</p> <p>Глубина доступа: 2004 - 2022 гг.</p> |

|     |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15. | EBSCO eBook         | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 28.04.2023 г. № 708</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&amp;sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis">https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&amp;sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.</p> | <p>EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языковедение и др.</p> <p>Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.</p> |
| 16. | Научные журналы РАН | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 29.10.2024 г. № 1080</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://journals.rcsi.science/">https://journals.rcsi.science/</a></p> <p>Доступ осуществляется на основе IP-адресов университета и персональной регистрации</p>                                                                                                                                                                                                    | <p>Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности.</p> <p>Глубина доступа: 2023-2025</p> <p>Бессрочно</p>                                                                                                                                                                                                                |

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

**Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:**

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>  
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>  
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/> База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>  
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. критериев.
4. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>  
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
5. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>  
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
6. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>  
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
7. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>  
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. рецензирование.
8. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>  
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.
9. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>  
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
10. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)  
[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)  
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
  - Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
  - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
  - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
  - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня
11. The Association for Computing Machinery (ACM) – международное некоммерческое профессиональное сообщество, основанное в 1947 году, объединяющее преподавателей, исследователей и специалистов в области вычислительной техники, информационных и компьютерных технологий. Ссылка на ресурс: <https://dl.acm.org> Ссылка на раздел Open access: <https://www.acm.org/publications/openaccess>

12. Annual Reviews – некоммерческая академическая издательская компания, выпускающая журналы с 1932 года.

В портфолио издательства 51 журнал, тематика которых охватывает области естественных и социальных наук, наук о жизни, биомедицину, экономику и др.

Ссылка на ресурс: <https://www.annualreviews.org/>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.annualreviews.org/S2O>

13. Cambridge University Press – старейшее в мире университетское издательство, публикующее исследовательские работы, справочные и учебные материалы по широкому кругу дисциплин. Контент издательства представлен на онлайн-платформе Cambridge Core, на которой доступно 117 журналов и 372 книги открытого доступа, 317 журналов гибридного доступа.

Ссылка на ресурс: <https://www.cambridge.org/universitypress>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.cambridge.org/core/publications/open-access>

14. The Royal Society of Chemistry включает 12 журналов «золотого» открытого доступа, кроме того, все журналы общества являются гибридными и в них могут публиковаться материалы открытого доступа.

Журналы общества охватывают основные химические науки, включая смежные области, такие как биология, биофизика, энергетика и окружающая среда, машиностроение, материаловедение, медицина и физика.

Ссылка на ресурс: <https://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=current>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.rsc.org/journals-books-databases/open-access/>

15. Taylor & Francis на сегодняшний день издательство выпускает около 180 журналов с полностью открытым доступом.

Ссылка на ресурс: <https://www.tandfonline.com/>

Ссылка на раздел Open access: <https://www.tandfonline.com/openaccess/openjournals>

16. Издательство John Wiley & Sons, Inc. включает около 230 журналов «золотого» открытого доступа и более 1300 гибридных журналов.

Ссылка на ресурс:

<https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?AllField=&ConceptID=15941&startPage=>

Ссылка на раздел Open access: <https://authorservices.wiley.com/open-research/open-access/browse-journals.htm>

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                | Реквизиты договора поставки            | Количество лицензий                                                                                                    | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1.    | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 20 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 2.    | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                                     | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 5 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 3.    | Управление проектами Project expert tutorial                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 4.    | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020   | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                       |
| 5.    | SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers                                  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                       |
| 6.    | Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024 | Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест | бессрочная                       |
| 7.    | Среда разработки Delphi                                                                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 8.    | Среда разработки C++ Builder                                                                      | Контракт № 143-                        | 1 лицензия для активации на                                                                                            | бессрочная                       |

|     |                                                                                                                |                                                 |                                               |            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|     |                                                                                                                | 164ЭА/2010<br>от 14.12.10                       | рабочих станциях                              |            |
| 9.  | Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 10. | Система проектирования СА ErWin Modeling Suite Bundle                                                          | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 11. | OriginPro 8.1 Department Wide License                                                                          | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 12. | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                                                   | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 13. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                                                      | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 14. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                                                    | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 15. | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                                                       | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 3 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 16. | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                             | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 17. | Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)               | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 18. | Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                 | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 19. | Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                      | Контракт<br>№ 143-<br>164ЭА/2010                | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |

|     |                                                                                                                      |                                        |                                               |            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|     |                                                                                                                      | от 14.12.10                            |                                               |            |
| 20. | System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 21. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 22. | Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                             | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 23. | Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 24. | Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 25. | Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 26. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 27. | NI Circuit Design Suite                                                                                              | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 10 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 28. | Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL                  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 13 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 29. | Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens | Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022   | 13 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 30. | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                                                                 | Контракт № 62-                         | 24 лицензии для активации на                  | бессрочная |

|     |                                                                                                        |                                                     |                                                      |                                                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                                        | 64ЭА/2013<br>от<br>02.12.2013                       | рабочих станциях                                     |                                                                                                                    |
| 31. | WINHOME 10 Russian OLV NL<br>Each AcademicEdition                                                      | Контракт<br>№ 28-<br>35ЭА/2020<br>от<br>26.05.2020  | 150 лицензий для<br>активации на<br>рабочих станциях | бессрочная                                                                                                         |
| 32. | Micosoft Office Standard 2013                                                                          | Контракт<br>№ 62-<br>64ЭА/2013<br>от<br>02.12.2013  | 24 лицензии для<br>активации на<br>рабочих станциях  | бессрочная                                                                                                         |
| 33. | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе:<br>• Word<br>• Excel<br>• Power Point<br>• Outlook        | Контракт<br>№175-<br>262ЭА/2019<br>от<br>30.12.2019 | 150 лицензий для<br>активации на<br>рабочих станциях | 12 месяцев<br>(ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода на<br>обновлённую<br>версию<br>продукта) |
| 34. | Kaspersky Endpoint Security для<br>бизнеса – Стандартный Russian<br>Edition                            | Договор №<br>99-155ЭА-<br>223/2024 от<br>25.11.2024 | -                                                    | 24 месяца<br>(продление<br>подписки с<br>правом<br>перехода на<br>обновлённую<br>версию<br>продукта)               |
| 35. | iSpring Suite Max                                                                                      | Договор №<br>99-155ЭА-<br>223/2024 от<br>25.11.2024 | 1 лицензия для<br>активации на<br>рабочих станциях   | 02.12.2025                                                                                                         |
| 36. | iSpring Suite версия 11                                                                                | Договор №<br>99-155ЭА-<br>223/2024 от<br>25.11.2024 | 1 лицензия для<br>активации на<br>рабочих станциях   | 02.12.2025                                                                                                         |
| 37. | Планы Мини                                                                                             | Договор №<br>99-155ЭА-<br>223/2024 от<br>25.11.2024 | 1                                                    | 30.09.2025                                                                                                         |
| 38. | Astra Linux Special Edition для 64-х<br>разрядной платформы на базе<br>процессорной архитектуры x86-64 | Контракт<br>№189-<br>240ЭА/2023                     | 60 лицензий для<br>активации на<br>рабочих станциях  | бессрочная                                                                                                         |



|     |                                                       |                                         |   |            |
|-----|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---|------------|
|     |                                                       | от<br>15.01.2024                        |   |            |
| 39. | COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)  | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023 | 1 | бессрочная |
| 40. | COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL) | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023 | 1 | бессрочная |
| 41. | Антиплагиат.ВУЗ 5.0                                   | Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025   | 1 | 19.05.2026 |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                                                                         | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Формы и методы контроля и оценки                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные способы достижения эквивалентности в переводе;</li> <li>– основные приемы перевода;</li> <li>– языковую норму и основные функции языка как системы;</li> <li>– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные приемы перевода;</li> <li>– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр)</p> |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов.</p>                                     | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные способы достижения эквивалентности в переводе;</li> <li>– языковую норму и основные функции языка как системы</li> <li>– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные приемы перевода;</li> <li>– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;</li> <li>– оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;</li> <li>– осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением</li> </ul>                                                                              | <p>Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)</p> |

|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                             | <p>грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;</li> <li>– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;</li> <li>– основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;</li> <li>– основной иноязычной терминологией специальности.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                          |
| <p><b>Раздел 3.</b></p> <p>Интернет и ИКТ в профессионально – ориентированном переводе.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные способы достижения эквивалентности в переводе;</li> <li>– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные приемы перевода;</li> <li>– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;</li> <li>– оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;</li> <li>– осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;</li> <li>– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной,</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (2 семестр)</p> <p>Оценка за практическую работу (2 семестр)</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>специальной литературе и компьютерных сетях;</p> <p>– основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;</p> <p>– основной иноязычной терминологией специальности;</p> <p>– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.</p> |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**

**«Профессионально-ориентированный перевод»**

**основной образовательной программы**

18.04.01 Химическая технология

код и наименование направления подготовки (специальности)

**«Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов  
химической технологии»**

**Направление подготовки**

**18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа**

**«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена профессором кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров А.В. Беляковым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева «13» июня 2025 г., протокол № 17.



## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания профильных дисциплин кафедрами Химической технологии керамики и огнеупоров, Химической технологии композиционных и вяжущих материалов, Химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина *«Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии»* относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в частности в области технологии высокотемпературных силикатных материалов.

**Цель дисциплины** – приобретение студентами углубленных знаний по профилю «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов» для последующей производственно-технологической, научно-исследовательской, организационно-управленческой и проектной деятельности в области изделий из керамики, стекла, вяжущих материалов.

**Задачи дисциплины** – научить студента алгоритму изучения машины, предназначенной для выполнения конкретной технологической операции, а также показать на примерах изучаемых агрегатов типовые способы реализации воздействия машины на обрабатываемый материал.

Дисциплина «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии» преподается в 1 семестре магистратуры. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**: ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-3.6; ОПК-3.7; ОПК-3.8; ОПК-3.9; ОПК-3.10; ОПК-3.11

**Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Наименование категории (группы) ОПК     | Код и наименование ОПК                                                                                                                                                                                                                   | Код и наименование индикатора достижения ОПК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Инженерная и технологическая подготовка | ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку. | <p>ОПК-3.1 Знает современные тенденции развития соответствующего направления химической промышленности.</p> <p>ОПК-3.2 Знает технологические основы организации современных химических производств соответствующего профиля.</p> <p>ОПК-3.3 Знает современные требования к аппаратурному оформлению основных процессов соответствующего направления химической промышленности.</p> <p>ОПК-3.4 Знает конструкцию современного технологического оборудования соответствующего профиля.</p> <p>ОПК-3.5 Умеет составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием.</p> <p>ОПК-3.6 Умеет выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов.</p> <p>ОПК-3.7 Умеет находить нестандартные решения задач технологического и аппаратурного оформления процессов химической технологии соответствующего профиля.</p> <p>ОПК-3.8 Умеет квалифицированно оценивать эффективность разрабатываемых и существующих химико-технологических процессов.</p> <p>ОПК-3.9 Умеет применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование.</p> <p>ОПК-3.10 Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании соответствующего направления химической промышленности.</p> <p>ОПК-3.11 Владеет навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля.</p> |

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- классификацию основных видов оборудования для реализации технологий обработки ВФМ;
- принципы работы, достоинства и недостатки основных типов оборудования для промышленного и индивидуального производства изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;
- основные виды печного оборудования для производства изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;
- основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства.

*Уметь:*

- определять оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения технологических процессов, как в промышленном масштабе, так и на индивидуальном уровне при производстве изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов различного назначения.

*Владеть:*

- методами сбора и обработки информации об основном оборудовании, обеспечивающем высокое качество изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов, повышении производительности труда и культуры производства, уменьшении загрязнения окружающей среды, о тенденциях совершенствования оборудования.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |            |              |
|------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>3</b>         | <b>108</b> | <b>81</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,4</b>       | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| Лекции                                         | 0,5              | 17         | 12,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,9              | 34         | 25,5         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>0,6</b>       | <b>21</b>  | <b>15,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 0,6              | -          | -            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 21         | 15,75        |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                  |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1                | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену.                         |                  | 35,6       | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Экзамен</b>   |            |              |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины                                                     | Часов |     |    |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|-------|-----|----|----|
|       |                                                                       | Всего | Лек | Пр | СР |
| 1.    | Введение. Оборудование для подготовки исходных масс при получении ВФМ | 35    | 5   | 11 | 19 |
| 2.    | Оборудование для формования заготовок (изделий) из ВФМ                | 36    | 6   | 11 | 19 |
| 3.    | Основы проектирования предприятий по производству ВФМ. Заключение.    | 37    | 6   | 12 | 19 |
| 4.    | Итого                                                                 | 108   | 17  | 34 | 57 |

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1.

Принципы оценки конкурентоспособности машин и агрегатов: технические, экономические и организационные параметры. Отпускная цена и цена потребления.

#### 1. Оборудование для получения исходных масс при получении ВФМ

##### 1.1. Оборудование для получения измельченных компонентов

##### исходных масс

1.1.1. Задача получения измельченных порошков в производствах ВФМ в связи со специфическими требованиями к их дисперсности. Работа дробления и измельчения.

1.1.2. Основные типы дробильно-помольного оборудования, используемого в производствах ВФМ. Дробилки - щековые, конусные, молотковые, валковые (в том числе специализированные для грубого дробления глины), глинорезки, дезинтеграторы, помольные бегуны, среднеходовые мельницы, шаровые мельницы непрерывного и периодического действия, вибрационные мельницы, струйные мельницы, атриторы, планетарные мельницы. Принцип их работы, основные элементы конструкций и сравнительная технологическая оценка различных дробильно-помольных машин. Особенности работы оборудования для тонкого и сверхтонкого измельчения. Сравнительная оценка машин по пылевыделению при помоле и транспортировании порошков. Реализация мероприятий по охране труда и окружающей среды путем рационального выбора методов измельчения и оборудования. Современные тенденции в производстве дробильно-помольного оборудования.

#### 1.2. Оборудование для разделения материалов по крупности, для магнитного обогащения, дозирования и транспортировки внутри цехов

1.2.2 Устройства для выделения тонких порошков из воздушного потока и обеспыливания воздуха: аппараты для центробежного, фильтрационного и мокрого пылеулавливания и их особенности, а также основы расчета в процессах производства ВФМ. Значение пылеулавливания для охраны труда и устранения загрязнения окружающей среды. Тенденции совершенствования оборудования для сепарации и обеспыливания.

1.2.3. Основные типы оборудования для магнитной очистки измельченных материалов. Оборудование для транспортировки и хранения измельченных порошкообразных материалов. Основные типы транспортеров, элеваторов и устройств для пневматического транспорта, их сравнительные оценки. Бункеры, силосы, питатели, дозаторы. Современные тенденции совершенствования этого оборудования.

1.2.4. Примеры компоновок дробильно-помольного оборудования и оборудования для разделения материала по крупности. Расчеты материального баланса и учета возвратных потерь. Принципы выбора оборудования.

### **1.3. Оборудование для смешивания исходных масс и их обезвоживания**

1.3.1. Задача стадии смешивания компонентов и введения временной технологической связки в зависимости от метода формования. Классификация процессов подготовки исходных масс для производства ВФМ и соответствующих видов смесительного оборудования.

1.3.2. Устройство и работа машин непрерывного действия для смешивания и увлажнения исходных масс. Лопастные смесители. Пароувлажнители.

1.3.3. Устройство и работа смесителей периодического действия для смешивания масс в производстве ВФМ: смесительные бегуны и другие машины подобного типа. Способы автоматизации управления работой смесителей периодического действия.

1.3.4. Сравнительная оценка смесителей применительно к пластичным и полусухим массам и тенденции совершенствования этого оборудования.

1.3.5. Шликерные мешалки периодического действия для подготовки исходных масс. Устройство, назначение и сравнительная оценка различных типов мешалок: горизонтальные и вертикальные, лопастные, пропеллерные.

1.3.6. Принципы устройства и схемы использования непрерывно-действующих машин для распускания глинистых компонентов. Тенденции совершенствования мешалок и машин для роспуска глин.

1.3.7. Основное оборудование, применяемое для обезвоживания исходных масс при шликерной подготовке суспензий, особенности режимов и кинетики фильтрования. Решения, обеспечивающие механизацию и автоматизацию работы фильтр-прессов. Влажность получаемых коржей и их дальнейшая переработка. Использование или очистка фильтратов для предотвращения загрязнения окружающей среды. Тенденции в совершенствовании оборудования для обезвоживания шликеров.

1.3.8. Особенности насосов, применяемых для заправки фильтр-прессов и транспорта шликеров; мембранные и червячные насосы. Тенденции в их совершенствовании.

1.3.9. Получение пресс-порошков из шликеров, применяемых для получения ВФМ. Основные типы и особенности конструкций распылительных сушил, и сушил в кипящем слое, применяемых в технологиях ВФМ. Грануляторы и их сравнение с распылительными сушилками.

1.3.10. Примеры компоновок дробильно-помольного оборудования и оборудования для подготовки формовочных масс. Массозаготовительные цехи.

## **Раздел 2.**

### **2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК (ИЗДЕЛИЙ) ИЗ ВФМ**

#### **2.1. Оборудование для формования**

##### **заготовок (изделий) способом пластического формования**

2.1.1. Особенности пластического формования масс при получении заготовок (изделий) для получения ВФМ. Основные варианты процессов пластического формования: протяжка, штемпельное формование, раскатка в тела вращения. Применяемые для них типы оборудования.

2.1.2. Ленточные прессы и мялки. Устройства ленточных прессов с винтовыми лопастями и особенности их основных конструктивных элементов (корпус, загрузочно-питательное устройство, винтовые лопасти, головка, мундштук). Процессы, происходящие при формовании на ленточных прессах. Виды брака и способы их предотвращения.

2.1.3. Вакуумные ленточные прессы. Механизмы и эффективность вакуумирования. Водокольцевые и масляные вакуумные насосы. Основные типы конструкций вакуумных прессов и их сравнительная характеристика. Вакууммялки. Режимы вакуумирования и

типы вакуумных насосов. Вертикальные прессы для формования канализационных труб. Особенности их устройства.

2.1.4. Элементы расчета ленточных прессов с винтовыми лопастями. Производительность прессов, давление прессования и потребляемая мощность. Основные сведения о прессах для пластического формования поршневого типа. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом протяжки.

2.1.5. Требования, предъявляемые к машинам для нарезки сырка (заготовок) из бруса, выдавливаемого ленточным прессом. Основные типы резательных аппаратов. Устройство и кинематика работы однострунного резательного станка.

2.1.6. Принцип работы резательных устройств с фотоэлементом. Общие сведения об устройствах для автоматической садки нарезанного сырка. Примеры компоновок прессов для протяжки с предшествующим им оборудованием.

2.1.7. Оборудование для формования изделий тонкой керамики. Особенности процесса формования тел вращения раскаткой керамической массы. Влияние режима формования на строение и качество сформованных изделий. Дефекты и способы их устранения.

2.1.8. Основные виды машин для получения заготовок. Формование тонкостенных полых и плоских изделий (хозяйственный фарфор, фаянс) на ручных и механизированных станках.

2.1.9. Принцип устройства и основные конструктивные элементы полуавтоматов: управление всеми операциями формования с помощью распределительного вала. Различные варианты процесса формования: одностадийное и двухстадийное формование, формование шаблонами и роликами. Кинематические схемы наиболее характерных полуавтоматов. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом раскатки.

2.1.10. Штемпельные прессы для пластического формования. Особенности процесса штемпельного формования изделий из пластичных масс. Основные типы прессов, применяемых для допрессовки заготовок (изделий) из ВФМ, формования черепицы. Их устройство и работа. Примеры компоновок прессов для штемпельного прессования с предшествующим оборудованием. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом допрессовки.

2.1.11. Пути полной механизации процесса формования хозяйственного фарфора и фаянса с объединением пресса для протяжки, устройства для нарезания пластов, формующего агрегата и конвейерного сушила в единый агрегат - поточную линию. Примеры компоновок прессов для штемпельного прессования с предшествующим оборудованием.

## **2.2. Оборудование для прессования заготовок (изделий) из порошков**

2.2.1. Особенности и варианты процесса прессования изделий из порошков. Способы регулирования давления и плотности. Требования к порошкам для полусухого прессования. Причины появления и пути устранения неравноплотности, перепрессовочных трещин и других дефектов прессовок. Основные варианты применяемых режимов прессования (одностороннее и двустороннее сжатие: использование плавающих форм, ступенчатые режимы прессования).

2.2.2. Классификация прессов по источникам создания прессующего усилия, по типам прессующих и перемещающих механизмов, по режимам прессования. Реvolverные и роторные прессы.

2.2.3. Механические прессы. Принцип действия и достоинства коленорычажного механизма. Конструкция и работа типичных коленорычажных прессов для прессования заготовок (изделий) из ВФМ. Механизмы для засыпки массы и выталкивания изделий. Устройства для гидравлического регулирования давления на механических прессах.

2.2.4. Принцип действия и основные элементы конструкции фрикционных прессов. Специфические особенности процесса прессования на этих прессах. Способы автоматизации фрикционных прессов. Винтовые прессы с дугостаторным приводом.

2.2.5. Гидравлические прессы. Особенности и основные области применения гидравлических прессов в технологиях ВФМ. Основные типы гидравлических прессов, применяемых в производстве заготовок (изделий) из ВФМ. Оборудование гидравлической схемы прессов: насосы, аккумуляторы, преобразователи давления, золотники, клапаны. Автоматизация управления гидравлическими прессами (рассматривается на примере одного из прессов).

2.2.6. Основные особенности и методы прессования изделий сложной формы. Некоторые конструктивные решения пресс-форм, кернов и пуансонов, обеспечивающих выравнивание коэффициентов сжатия. Гидростатическое и квазиизостатическое прессование. Вибропрессование. Газостатическое прессование.

2.2.7. Современные тенденции совершенствования прессов для полусухого прессования. Пресс-формы для прессования керамических плиток: зеркальные, с передачей, гидростатические штампы. Примеры компоновок прессов для полусухого прессования и предшествующего оборудования.

### **2.3. Оборудование для формования заготовок (изделий) методом литья, методом обточки. Дополнительная обработка.**

2.3.1. Особенности процесса литья керамических шликеров в пористые формы. Требования к шли и пористым формам. Классификация методов литья, применяемых в керамической технологии. Оборудование литейных цехов для производства санитарно-строительной керамики. Мешалки, насосы, шликеропроводы, устройства для вакуумирования шликеров. Переход от литейных конвейеров к механизированным литейным стандам.

2.3.2. Устройство и работа карусельной машины для отливки тонкостенных полых изделий методом сливного литья.

2.3.3. Оборудование для горячего литья изделий из термопластичных шликеров. Типичные конструкции литейных машин и режимы их работы.

2.3.4. Способы изготовления тонких керамических пленок, а также керамической фанеры.

2.3.5. Особенности литья под давлением. Оборудование для литья изделий под давлением.

2.3.6. Компоновочные решения по размещению оборудования при формировании методом литья. Тенденции совершенствования оборудования для литья керамических изделий.

2.3.7. Оборудование для обработки резанием (обточки) заготовок изоляторов. Мокрый и сухой способы глазурирования. Оборудование для глазурирования изделий методами окунания, полива, пульверизации, электростатическим, одновременным прессованием плиточного слоя и глазури. Устройство глазуровочного конвейера для плиток.

2.3.8. Роторные и роторно-конвейерные линии и возможности их использования в технологии керамики в сравнении с роботизированными комплексами.

## **Раздел 3.**

### **3. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ВФМ**

#### **3.1. Общие положения о проектировании**

3.1.1. Техничко-экономическое обоснование, выбор места строительства, задание на проектирование. Основные определения.

3.1.2. Предпроектные работы. Общая пояснительная записка.

3.1.3. Генеральный план и транспорт.

3.1.4. Технологические решения.

3.1.5. Организация и условия труда работников.

3.1.6. Управление производством и предприятием.

3.1.7. Архитектурно-строительные решения.

3.1.8. Специальное оборудование, сети и системы.

3.1.9. Организация строительства.

3.1.10. Охрана окружающей среды.

- 3.1.11. Специально-технические мероприятия гражданской обороны.
- 3.1.12. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций.
- 3.1.13. Сметная документация. Эффективность инвестиций.

### **3.2. Задачи выпускников вузов при проектировании**

- 3.2.1. Роль специалиста при проектировании.
- 3.2.2. Действующие нормативные документы по строительству.
- 3.2.3. Нормы технологического проектирования и технико-экономические показатели предприятий ической промышленности.
- 3.2.4. Системы ЕСКД, ЕСТД, ЕСТДС в проектировании.
- 3.2.5. Применение компьютеров при проектировании



## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                                                                                                                                        | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                                                                                                                                    | Раздел 1                                                                                                      | Раздел 2 | Раздел 3 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                                                                                                                                          | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |          |          |
| 1                                                                                                                                        | - классификацию основных видов оборудования для реализации технологий обработки ВФМ;                                                                                                                                                                                                                                | +                                                                                                             | +        | +        |
| 2                                                                                                                                        | - принципы работы, достоинства и недостатки основных типов оборудования для промышленного и индивидуального производства изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;                                                                                                                                          | +                                                                                                             | +        | +        |
| 3                                                                                                                                        | - основные виды печного оборудования для производства изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;                                                                                                                                                                                                             | +                                                                                                             | +        | +        |
| 4                                                                                                                                        | - основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства.                                                                                                                                                                            |                                                                                                               |          |          |
|                                                                                                                                          | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |          |          |
| 5                                                                                                                                        | - определять оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения технологических процессов, как в промышленном масштабе, так и на индивидуальном уровне при производстве изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов различного назначения.                                                        | +                                                                                                             | +        | +        |
|                                                                                                                                          | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                               |          |          |
| 6                                                                                                                                        | - методами сбора и обработки информации об основном оборудовании, обеспечивающем высокое качество художественных изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов, повышении производительности труда и культуры производства, уменьшении загрязнения окружающей среды, о тенденциях совершенствования оборудования | +                                                                                                             | +        | +        |
| <b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                               |          |          |
|                                                                                                                                          | <b>Код и наименование ОПК</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Код и наименование индикатора достижения ОПК</b>                                                           |          |          |
|                                                                                                                                          | ОПК-3. Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии,                                                                                                                                                                                 | ОПК-3.1. Знает современные тенденции развития соответствующего направления химической промышленности ВФМ.     | +        | +        |
|                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ПК-3.2. Знает технологические основы организации современных химических производств соответствующего профиля. | +        | +        |

|  |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                      |   |   |   |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
|  | контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку | ОПК-3.3. Знает современные требования к аппаратурному оформлению основных процессов соответствующего направления химической промышленности.                                                          | + | + | + |
|  |                                                                                                      | ОПК-3.4 – Знает конструкцию современного технологического оборудования соответствующего профиля.                                                                                                     | + | + | + |
|  |                                                                                                      | ОПК-3.5 – Умеет составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов соответствующего профиля, а также их оптимизировать и наполнять передовым современным оборудованием. | + | + | + |
|  |                                                                                                      | ОПК-3.6 – Умеет выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учётом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов.                                          | + | + | + |
|  |                                                                                                      | ОПК-3.7 – Умеет находить нестандартные решения задач технологического и аппаратурного оформления процессов химической технологии соответствующего профиля.                                           | + | + | + |
|  |                                                                                                      | ОПК-3.8 – Умеет квалифицированно оценивать эффективность разрабатываемых и существующих химико-технологических процессов.                                                                            | + | + | + |
|  |                                                                                                      | ОПК-3.9 – Умеет применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование.                                                                                                     | + | + | + |
|  |                                                                                                      | ОПК-3.10 – Владеет современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании соответствующего направления химической промышленности.                                                       | + | + | + |
|  |                                                                                                      | ОПК-3.11 – Владеет навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов соответствующего профиля                                                                           | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                      | Часы акад. |
|-------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1     | Раздел 1             | Оценки конкурентоспособности машин и агрегатов: технические, экономические и организационные параметры.                                                                        | 2          |
| 2     | Раздел 1             | Основные типы дробильно-помольного оборудования, используемого в керамических производствах.                                                                                   | 2          |
| 3     | Раздел 1             | Современные тенденции в производстве дробильно-помольного оборудования.                                                                                                        | 2          |
| 4     | Раздел 1             | Оборудование для разделения материалов по крупности.                                                                                                                           | 2          |
| 5     | Раздел 1             | Примеры компоновок дробильно-помольного оборудования и оборудования для разделения материала по крупности.                                                                     | 2          |
| 6     | Раздел 1             | Оборудование для смешивания формовочных масс и их обезвоживания.                                                                                                               | 2          |
| 7     | Раздел 2             | Оборудование для формования заготовок способом протяжки (экструзии).                                                                                                           | 2          |
| 8     | Раздел 2             | Способы получения плотных и равноплотных заготовок и возникающие при этом проблемы.                                                                                            | 2          |
| 9     | Раздел 2             | Коленорычажные прессы и коленорычажные прессы с гидравлическим регулированием давления прессования. Гидравлические одноосные прессы.                                           | 3          |
| 10    | Раздел 2             | Фрикционные прессы. Вибропрессование, гидростатическое и квазиизостатическое прессование, горячее и горячее изостатическое прессование.                                        | 2          |
| 11    | Раздел 2             | Оборудование для формования методом литья и методом обточки заготовки. Глазурирование.                                                                                         | 2          |
| 12    | Раздел 3             | Разделы проекта строительства предприятия для производства керамических изделий.                                                                                               | 2          |
| 13    | Раздел 3             | Генеральный план и транспорт Технологические решения. Организация и условия труда работников. Охрана окружающей среды. Специально-технические мероприятия гражданской обороны. | 2          |
| 14    | Раздел 3             | Роль проектной организации и специалистов-технологов при проектировании. Нормативные документы при проектировании и строительстве промышленных предприятий.                    | 2          |
| 15    | Раздел 3             | Типовые решения по выбору и размещению оборудования.                                                                                                                           | 2          |
| 16    | Раздел 3             | Последовательность технологических расчетов при учебном проектировании, графическое оформление и защита курсовой студенческой работы.                                          | 3          |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- выполнение реферативно-аналитической работы по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционной части дисциплин.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение 3 контрольных работ (максимальная оценка за 1-3 контрольные работы – по 20 баллов за каждую), и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1-3 составляет 20 баллов за каждую.

#### Раздел 1. Контрольная работа № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 1 и 2 вопросы по 7 баллов, 3 вопрос оценивается в 6 баллов.

##### Вопрос 1.1.

1. Объясните понятие цены потребления оборудования. Какую долю от нее составляет отпускная цена?
2. Как рассчитывается производительность непрерывно работающего оборудования? Годовая производительность.
3. Перечислите технические параметры, учитываемые при оценке
4. Назовите экономические параметры, учитываемые при оценке конкурентоспособности оборудования.

5. Как рассчитать производительность агрегата периодического действия? Годовая производительность.
6. Виды организационных параметров (условия продажи), применяемые при оценке конкурентоспособности агрегата.
7. Назовите параметры надежности, учитываемые при оценке конкурентоспособности.
8. Что входит в нормативные параметры при оценке конкурентоспособности.
9. Единичный и групповой показатели. Вычисление показателя конкурентоспособности.
10. Параметры назначения при оценке конкурентоспособности?
11. Эстетические параметры при оценке конкурентоспособности машины.
12. Эргономические параметры при оценке конкурентоспособности.
13. Организационные параметры.
14. Структура цены потребления.
15. Как вычисляют единичные параметры? В чем особенность вычисления группового показателя для нормативных параметров?
16. Метод экспертных оценок при выборе оборудования.
17. Производительность для машин непрерывного и периодического действия.
18. Долговечность машин.
19. Безотказность машины.
20. Назовите достоинства и недостатки молотковых дробилок и молотковых мельниц.
21. Чем отличаются дробилки от мельниц?
22. Объясните. Что такое угол захвата? Приведите примерные углы захвата известных Вам дробилок.
23. Сравните между собой щековые дробилки с простым и сложным движением щеки. Как их различить на чертежах?
24. Машины для грубого измельчения глины.
25. В чем преимущества и недостатки щековых и конусных дробилок с вибрацией рабочих органов?
26. Как определить, конусная дробилка с подвижным валом или с неподвижной осью?
27. Особенности конструкций конусных дробилок для среднего и мелкого дробления.
28. Особенности конструкции конусных дробилок для грубого помола.
29. Виброконусные дробилки. Достоинства и недостатки.
30. Перечислите типы известных вам валковых дробилок.
31. Каково соотношение диаметров валков и размеров кусков поступающего материала в валковых дробилках с гладкими и с рифлеными валками?
32. Какие дробилки используют для выделения камней из глины?
33. Перечислите достоинства и недостатки ножевых глинорезок.
34. Глинорыхлители.
35. Бегуны. Типы конструкций, достоинства и недостатки, допустимая скорость вращения чаши.
36. Как определить, в бегунах вращается чаша или нет?
37. Перечислите основные недостатки известных Вам дробилок для среднего и мелкого дробления.
38. Какие из типов дробилок имеют разновидности для крупного, среднего и мелкого дробления?
39. Перечислите типы оборудования для измельчения, использующие в качестве способа измельчения изгиб.
40. Назовите различия между молотковыми дробилками и молотковыми мельницами. Укажите массу молотков и их скорость.
41. Валковые, роликово-маятниковые и шаровые-кольцевые мельницы.
42. Критическая скорость мельницы.
43. Водопадный режим в мельницах и его применение.

44. Укажите способы, позволяющие реализовать на практике различные режимы помола в шаровой мельнице.
45. Как обычно используют формулу В.В. Товарова:  $Q = 0,001 Q_{уд} \cdot k_p \cdot k_s \cdot 6.75 \cdot V \cdot \sqrt{D} \cdot \sqrt{\frac{G}{V}} \cdot \eta$  (т/ч)?
46. Перечислите все известные Вам способы и машины тонкого помола материала.
47. Какие типы шаровых мельниц наиболее эффективны для получения сверхтонкого продукта? Поясните.
48. Назовите достоинства и недостатки шаровых и вибрационных мельниц.
49. Каков максимальный объем вибромельниц и размер шаров? Почему?
50. Достоинства и недостатки молотковой шахтной мельницы.
51. С помощью каких механизмов создают вибрацию в вибромельницах? Какой тип вибромельниц оказывает меньшую нагрузку на фундамент?
52. Аттриторы, достоинства и недостатки.
53. Укажите размеры частиц, получаемых при тонком помоле. Чем отличаются эксцентриковые вибромельницы от инерционных?
54. Почему и чем (какой величиной) ограничена скорость вращения шаровой мельницы.

### Вопрос 1.2.

1. Трубные мельницы. Достоинства и недостатки.
2. Как и в каких мельницах получают порошки грубых и средних размеров?
3. Сравните дезинтегратор и центробежную мельницу.
4. Схема получения порошка из пластичной глины.
5. Пути совершенствования мельниц.
6. Колосниковые грохоты. Области применения.
7. Назовите оборудование для сепарации совместимое с дробилками.
8. Укажите достоинства и недостатки различных способов рассева материалов.
9. Сита и решета. Коэффициент полезного действия грохотов.
10. Системы сит и взаимный пересчет размеров сит.
11. Бурат.
12. Принципы разделения на ситах.
13. Вибрационные грохоты. Достоинства и недостатки.
14. Какие параметры газовой среды входят в формулу для определения скорости витания частицы при воздушной сепарации?
15. Назовите оборудование для сепарации, совместимое с шаровыми мельницами.
16. Циркуляционный и проходной сепараторы. Достоинства и недостатки.
17. Сепаратор с внешними осадительными устройствами. Достоинства и недостатки.
18. Назовите достоинства и недостатки проходных и циркуляционных сепараторов. Сравните их между собой.
19. Сравните гидроциклон и вертикальный классификатор.
20. Перечислите известное Вам оборудование для гидравлической сепарации.
21. Гидроциклоны. Достоинства и недостатки.
22. Вертикальный классификатор. Достоинства и недостатки.
23. Сравните эффективность и области применения циклонов, тканевых фильтров и электрофильтров.
24. Сравните циклоны и вихревые пылеуловители.
25. Укажите характеристики простых и батарейных циклонов.

26. Достоинства и недостатки вихревых пылеуловителей. В чем основное отличие ВПУ от ВЗП.
27. Укажите характеристики простых и батарейных циклонов.
28. Достоинства и недостатки комбинированного зернистого фильтра.
29. Достоинства и недостатки мокрого пылеулавливания.
30. Скрубберы.
31. Динамические газопромыватели, достоинства и недостатки.
32. Пенные пылеуловители. Достоинства и недостатки.
33. Турбулентные газопромыватели. Достоинства и недостатки.
34. Сравните сухое и мокрое пылеулавливание.
35. Циклон с водяной пленкой.
36. Принцип действия, достоинства и недостатки пылеуловителей ударно-инерционного типа.
37. Электромагнитный барабан.
38. Магнитная сепарация электромагнитами и сильными постоянными магнитами. Достоинства и недостатки.
39. Перечислите известные Вам типы транспортеров.
40. Ленточные транспортеры. Производительность.
41. Скребок и ковшевые транспортеры. Области применения.
42. Элеваторы. Области применения.
43. Оборудование для замены или перемещения оборудования в цехе.
44. Назовите разновидности, а также достоинства и недостатки пневмотранспорта. Достоинства и недостатки пневмотранспорта.
45. Контейнерный пневмотранспорт.
46. Перечислите типы транспортеров, используемых на керамических заводах.
47. Как осуществляют поворот вагонеток или их перемещение на параллельный путь?
48. Виды транспортеров.
49. Виды транспортеров для подачи материала под углом и вертикально.
50. Пластинчатый и ящичный питатели.
51. Цепной питатель.
52. Лотковый питатель.
53. Барабанный и секторный питатели.
54. Цилиндрический и тарельчатый питатели.
55. Лопастной питатель.

### **Вопрос 1.3.**

1. Для каких материалов можно использовать винтовые дозаторы?
2. Режим подачи материала в автоматические весы.
3. Достоинства и недостатки объемного и весового дозирования.
4. Укажите путь масс (элементы конструкции) в двухвальном смесителе с протирающей решеткой.
5. Сколько воды можно ввести с паром в глинистую массу в смесителе и почему? Как вводят дополнительную воду?
6. Укажите путь глины (элементы конструкции, через которые она проходит) в глинозапаснике.
7. Как подают пар и воду в двухвальных лопастных смесителях?
8. Укажите путь массы (элементы конструкции) в глинорастирателе.
9. Укажите путь массы (элементы конструкции) в глинозапаснике?
10. Двухвальный прямоточный и противоточный смесители.
11. Глинорастиратель. Путь массы (элементы конструкции, через которые она проходит).
12. Глинозапасник. Путь массы (элементы конструкции, через которые она проходит).

13. Укажите и объясните порядок смешивания шихты, содержащей шамот и глиняный порошок. Выберите агрегаты для этого процесса.
14. Смесители фирмы Eirich.
15. Сравните смесительные бегуны со скоросмесителем при приготовлении массы для шамотных огнеупоров.
16. Режимы смешивания и гранулирования в смесителе фирмы Eirich.
17. Достоинства и недостатки горизонтального лопастного смесителя.
18. Почему для смешивания шликеров редко используют барботаж?
19. Какие задачи выполняют шликерные мешалки в керамическом производстве?  
Укажите соотношение диаметра винта пропеллерной мешалки к размеру (диаметру) бассейна.
20. Объясните, почему бассейн для пропеллерной мешалки выполняется в форме многогранника, переходящего в усеченную пирамиду, а не в виде цилиндра?
21. Достоинства пропеллерных мешалок.
22. В каких случаях используют в качестве смесителя шаровые мельницы?
23. Общие элементы конструкций у машин для непрерывного распускания глин.
24. Комбинированная дробилка и Мельница-мешалка Сладкова
25. Какие способы обезвоживания керамических масс Вы знаете? Сравните их по энергетическим затратам.
26. Почему для керамических масс обычно не применяют вакуум-фильтры?
27. Назовите достоинства и недостатки рамного и камерного фильтр-прессов. Как распределяется влага по сечению коржа?
28. Как изменяют давление шликера в фильтр-прессах и почему?
29. Какие принципы закладывали конструкторы при создании автоматических фильтр-прессов?
30. Почему толщина коржа в фильтр-прессе составляет 20-30 мм?
31. Мембранный фильтр-пресс.
32. Как можно приготовить пластичную массу со строго определенной влажностью?
33. Достоинства и недостатки червячного насоса.
34. Почему для перекачки шликеров применяют специальные насосы? Назовите их.
35. Поршневые насосы с керамическими поршнями и цилиндрами.
36. Почему для керамических шликеров используют мембранные насосы?
37. Пневматические мембранные насосы для перекачки шликера?
38. Почему меняется со временем службы влажность массы, получаемая в фильтр-прессах?
39. Укажите путь массы на технологической схеме РС НИИСТРОЙКИ.
40. Общие элементы конструкций в различных БРС.
41. Укажите влажность масс до и после распылительной сушилки.
42. Почему в БРС влажность гранул разного размера выравнивается в процессе сушки?
43. Почему после распылительной сушилки порошки имеют стабильный размер и влажность?
44. Сравните достоинства и недостатки БРС и сушилок в кипящем слое.
45. Сушилки кипящего слоя Glatt.
46. Преимущества и недостатки применения грануляторов вместо РС.
47. Основные отличия гранул после БРС и гранулятора.
48. Какие материалы подаются в гранулятор Vomm? До какой влажности сначала увлажняется масса и до какой сушится?
49. В чем преимущества сушки шликера в сушилке кипящего слоя по сравнению с РС?
50. Достоинства и недостатки грануляторов.



**Раздел 2. Контрольная работа № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса,  
1 и 2 вопросы по 7 баллов, 3 вопрос оценивается в 6 баллов.**

**Вопрос 2.1.**

1. Сравните между собой поршневые и шнековые прессы для пластического формования.
2. Сравните основные узлы загрузки ленточного прессы.
3. Сравните конструкции шнеков ленточных прессов и выжимных лопастей.
4. Нарисуйте кривую распределения давления массы по зонам ленточного прессы и меры уменьшения давления в мундштуке.
5. Каким образом и почему желательно изменить длину и конусность головки прессы и мундштука при переходе от менее пластичной к более пластичной массе.
6. Сравните виды воздуха в пластичной массе и процесс его удаления из пластичной массы. Чем опасен слишком высокий вакуум.
7. Сравните водокольцевой и масляный вакуумные насосы.
8. Перечислите виды брака, возникающие при формировании на вакуумном ленточном прессе.
9. Формула объемной производительности винтового прессы. Коэффициент потерь и способы их частичного устранения.
10. Как формируют раструб и трубу в трубном прессе. Как компенсируют массу выходящего из вертикального прессы трубы.
11. Какие 3 системы имеются в резательных станках, разрезающих выходящий из мундштука брус и как ими управляют? Как работает фрикцион?
12. Достоинства формирования роликовым шаблоном. Зачем металлический ролик нагревают, а тефлоновый нет?
13. Назовите операции, которые выполняет полуавтомат АСФ-07. Зачем валы вращают с помощью червячной передачи? Как соотносятся скорости вращения ролика и шпинделя.
14. Принцип работы Мальтийского механизма. В каких машинах его применяют?
15. Перечислите операции, выполняемые на линии «Сервис» при формировании чашек.
16. Виды брака при раскатке. Причины брака и способы их устранения.
17. Куда удаляют избытки массы при прессовании на прессе Самарина? Как выталкивают заготовку из формы?
18. Почему для формирования пластических масс часто применяют эксцентриковый механизм, а не колено-рычажный?
19. Перечислите позиции, на которые попадает масса при прессовании на прессе для штамповки черепицы. Почему тарелки формируют не раскаткой, а допрессовкой?
20. Как отличить кирпич, отпрессованный допрессовкой, от кирпича, отформованного протяжкой? Какой будет прочнее и почему?
21. Принцип работы коленорычажного механизма. Как передается в них усилие (элементы конструкции)? Как создают паузы при прессовании?
22. Отличие прессы ПК-630 от прессы СМ-1085. Как регулируют число ударов на коленорычажном прессе?
23. Какую роль играет трехзвенный коленорычажный механизм в СМ-301? Дайте развернутый ответ.
24. Как осуществляют двухстороннее прессование на ПК-630 и СМ-1085? Как это делают на других прессах.
25. Какие функции выполняет каретка на прессе СМ-301?
26. Зачем нужна система гидравлического регулирования давления в коленорычажных прессах? Принимает она участие в выталкивании заготовки?
27. Как образуются паузы при прессовании на коленорычажных прессах с системой гидравлического регулирования давления?
28. Нарисуйте график изменения давления от времени на прессе КРП-125. Что перемещает каретку и как выталкивают заготовку из матрицы?

29. Сравните фрикционный пресс фрикционных прессов и пресс с дугостаторным двигателем.
30. Чем регулируют плотность прессовки на фрикционных прессах и в прессах с дугостаторным двигателем? Какие преимущества могла дать последняя конструкция?
31. Назовите траекторию (элементы конструкции) передачи усилия во фрикционных прессах для деталей небольшой высоты и большой высоты.
32. Назовите достоинства и недостатки гидравлических прессов с гидроцилиндрами поршневого и плунжерного типов. Области их применения.
33. Обоснуйте преимущества двухступенчатого прессования на гидравлических прессах?
34. Как устроен мультипликатор и когда его применяют?
35. Достоинства и недостатки гидравлических прессов с вращающимся столом.
36. Храповой механизм поворота стола.
37. Преобразование поступательного движения цилиндра во вращательное в гидравлическом прессе с вращающимся столом.
38. Сравните зеркальные пресс-формы, пресс-формы с передачей и гидростатические пресс-формы для прессования плиток.
39. Достоинства и недостатки вибрационного прессования. Почему давление обычно не превышает 30 МПа?
40. Сравните гидростатическое прессование по «мокрому методу» и по «сухому методу» и квазиизостатическое прессование
41. Сравните горячее прессование горячее изостатическое прессование.
42. Достоинства и недостатки.
43. Как готовят заготовку для использования в газостате?
44. Назовите методы и способы литья из водных шликеров. В чем их отличия, недостатки, достоинства?
45. Объясните, почему при формовании методом раскатки и литья заготовки сохраняют форму тела вращения после сушки и обжига?
46. Назовите достоинства и недостатки полимерных, металлических и керамических форм для литья.
47. Сравните основные достоинства и недостатки одноэтажных и двухэтажных конвейеров, а также ручных, механизированных стендов.
48. Как удаляют избыток шликера на конвейерах для водного литья?
49. С помощью чего синхронизируется работа узлов СКВ-2 и где расположен механизм по отношению к столу? Дайте развернутый ответ.
50. Составьте структурно-технологическую схему формования методом горячего литья.
51. Перечислите требования к горячим шликерам. Зачем при горячем литье применяют ПАВ? Как уменьшить расход связки:

## **Вопрос 2.2.**

1. Какие самые основные виды дефектов возможны при горячем литье? С чем они связаны?
2. Почему перешли от однобачковых машин к двухбачковым? Когда выгодно применять однобачковые машины?
3. Опишите траекторию массы (элементы конструкции) при формовании керамической фанеры на линии «НИИСтройкерамика».
4. Опишите изготовление керамической фанеры на электрофоретической машине. Как удаляют водород и кислород при формовании?
5. Перечислите методы изготовления керамической фанеры. Почему она не вытеснила плитку?
6. Получение керамической фанеры прессованием. Способ реализации, достоинства и недостатки.

7. В чем суть ракельного метода изготовления керамических пленок?
8. Почему пластическим методом нельзя изготовить пленки тоньше 1 мм? Изготовление керамических пленок методом каландрирования.
9. Сравните ракельный метод и метод каландрирования для изготовления керамических пленок.
10. Перечислите требования к массе для обточки изоляторов. Формула для усилия резания при обточке изоляторов.
11. Проблемы и способы закрепления заготовки на станке для обточки изоляторов.
12. Перечислите, из каких материалов делают электро-изоляторы. Какова их стоимость и срок службы?
13. Особенности прессов для формования заготовок линейных изоляторов (для высоковольтных линий).
14. Что делают со стружками при обточке изоляторов?
15. Какие основные виды дефектов возможны при формировании изоляторов на токарных станках? С чем они связаны?
16. В чем достоинства петлевых резцов?
17. Какие способы мокрого глазурирования (шликер) Вы знаете?
18. Достоинства и недостатки различных методов мокрого глазурирования.
19. Назовите способы сухого глазурирования.
20. Достоинства и недостатки различных методов сухого глазурирования.
21. Достоинства и недостатки сухих и мокрых методов глазурирования.
22. Электростатические методы глазурирования.
23. Тенденции совершенствования методов глазурирования.
24. Основные методы нанесения рисунков на керамические заготовки.
25. Почему мельницы называют аэрофол и гидрофол. Сравните их между собой.
26. Какие дополнительные факторы, влияющие на измельчение, наблюдают в мельнице гидрофол по сравнению с аэрофолом?
27. Почему мельницы аэрофол и гидрофол называют мельницами самоизмельчения. Что делают при появлении плохо измельчаемых частиц и почему это работает?
28. Чем отличаются загрузка и выгрузка материалов в мельницах аэрофол и гидрофол? В чем их различие?
29. При какой влажности исходного сырья обычно работает мельница аэрофол? Можно ли ее повышать?
30. Какую из мельниц (аэрофол или гидрофол) применяют для сушки материала и как это происходит?
31. Какие узлы мельниц аэрофол и гидрофол в первую очередь изнашиваются и почему?
32. К какому классу мельниц относят аэрофол и гидрофол?
33. Меры по контролю размера выходящих частиц порошка из мельницы аэрофол и гидрофол.
34. Барабанные мельницы HOROMIL. В чем ее специфика по сравнению с другими мельницами.
35. Сравните мельницу HOROMIL с трубными мельницами.
36. Сравните мельницу HOROMIL со среднеходовыми мельницами.
37. Какие механизмы измельчения используют в мельнице HOROMIL и в чем их преимущество? Перечислите другие механизмы измельчения хрупких материалов.
38. Какие машины применяют методы измельчения, похожие на применяемые в мельнице HOROMIL?
39. Барабан мельницы мельница HOROMIL вращается со сверхкритической для шаровых мельниц скоростью (30 – 35 мин<sup>-1</sup>). Почему при этом происходит измельчение?
40. Толщина слоя материала, попадающего под вращающийся валок в мельнице HOROMIL. Почему этот слой неоднороден и как это сказывается на износе валка?

41. Почему измельчающий барабан мельницы HOROMI изнашивается относительно мало?
42. Объясните, почему барабан мельницы HOROMI и валки роллер-прессы относительно мало изнашиваются?
43. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере вибромельниц в технологиях вяжущих материалов.
44. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере струйных мельниц в технологиях вяжущих материалов.
45. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере планетарных мельниц в технологиях вяжущих материалов.
46. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере дезинтеграторов и центробежных мельниц в технологиях вяжущих материалов.
47. Перспективы и проблемы применения мельниц для получения наночастиц в технологии вяжущих материалов.
48. Производительность высокоэнергетических мельниц и мельниц для наночастиц и как это сказывается на возможности их применения в производстве цемента.
49. Может ли способствовать повышению химической активности наночастицы в технологии цемента.
50. Сравните центробежный насос для перекачивания шлама с пневмокамерным насосом.
51. Как решают проблему износа узлов рабочей камеры в центробежном насосе?

### **Вопрос 2.3.**

1. Сравните пневмокамерный насос для перекачивания шлама с нагнетательным пневмотранспортом.
2. Как решают проблему износа узлов рабочей камеры в пневмокамерном насосе?
3. Пневмовинтовой насос для перекачивания шлама.
4. Как решают проблему износа узлов рабочей камеры в пневмовинтовом насосе?
5. Сравните центробежный и пневмокамерный насосы для перекачивания шлама.
6. Сравните центробежный и пневмовинтовой насосы для перекачивания шлама.
7. Сравните пневмокамерный и пневмовинтовой насосы для перекачивания шлама.
8. Применение вибропитателей, ковшовых питателей шлама, автоматический реактивных питателей шлама. Почему их не применяют в технологиях керамики и стекла?
9. Сравните валковый и колосниковый грохоты.
10. Усреднительные склады (после мокрого помола). Их достоинства и недостатки.
11. Ленточный питатель весового дозирования. Сравните весовое и объемное дозирование.
12. Роторный дозатор-питатель PFISTER. Его отличие от других питателей.
13. Виды скребковых транспортеров.
14. Сравните скребковые транспортеры с ковшевыми.
15. Сравните между собой пневмокамерный насос и центробежный насос.
16. Сравните между собой пневмокамерный насос и эрлифт в цементной промышленности.
17. Сравните между собой эрлифт и центробежный насос.
18. Рабочие органы насосы для абразивных шламов будут быстро изнашиваться. Как меры вы предложите, чтобы замедлить этот процесс.
19. Сравните дуговой грохот и вибрационный грохоты для отсева сырьевых шламов.
20. Сравните вибрационный питатель с тарельчатым питателем.
21. Сравните между собой статический V-сепаратор и центробежный динамический

- сепаратор с тангенциальным потоком воздуха (типа O-SEPA и типа Serax).
22. Сравните между собой усреднительный гомогенизационный силос сырьевой муки с центральной усреднительной камерой и с регулируемыми донными клапанами.
  23. Сравните комбинированные, статические и динамические сепараторы.
  24. Сравните гибридные фильтры (комбинацию электрофильтра и рукавного фильтра) и обычные фильтры. Почему редко делают гибридные дробилки и мельницы?
  25. Комбинированные сепараторы. Комбинация статического и динамического сепараторов, размещенных в одном корпусе. Достоинства и недостатки.
  26. Обеспыливание технологических газов осуществляют, как правило, в несколько этапов. Достоинства и недостатки такой схемы.
  27. Сравните склады, отличающиеся по форме штабеля (с прямыми последовательно или параллельно расположенными штабелями).
  28. Сравните открытые и закрытые склады в технологии вяжущих материалов.
  29. Использование драглайн-экскаватора на складе. Какие еще машины используют на закрытых складах.
  30. Шатровые склады для цементной промышленности. Их достоинства и недостатки
  31. Усреднительные склады (после мокрого помола).
  32. Почему в промышленности вяжущих материалов применяют барботаж, а технологии керамики его применяют очень редко. Дайте развернутый ответ.
  33. Вертикальные и горизонтальные шламбассейны. Их назначение в технологии вяжущих материалов.
  34. Как перемешивают шлам в вертикальных шламбассейнах?
  35. Для каких целей применяют вертикальные шламбассейны в технологии вяжущих материалов. Почему сразу не используют горизонтальные шламбассейны?
  36. Как проводят загрузку и разгрузку шламбассейнов.
  37. Форма горизонтальных шламбассейнов. Как проводят в них гомогенизацию шлама.
  38. Усреднительные гомогенизационные силоса при сухом способе производства. Как и почему проводят гомогенизацию.
  39. Как подают материал в усреднительные гомогенизационные силоса при сухом способе производства.
  40. Как и почему регулируют давление в аспирационных коробках в гомогенизационных силосах?
  41. Почему аспирационные коробки применяют при относительно небольших объемах перемешиваемой смеси?
  42. Почему при большом объеме смешиваемой смеси применяют конструкцию с центральной усреднительной камерой? Принцип ее работы.
  43. Сравните усреднительные гомогенизационные силоса для небольшого и большого объема перемешиваемой смеси.
  44. Клинкерный склад силосного типа. Назначение и принцип работы.
  45. Клинкерный склад шатрового типа. Назначение и принцип работы.
  46. Сравните клинкерные склады силосного и шатрового типа.
  47. Силосный склад для хранения некондиционного клинкера. Куда его применяют?
  48. Не портит ли добавка некондиционного клинкера к марочному цементу его свойства.
  49. Цементные силоса. Назначение, конструкции.
  50. Цементные силоса. Меры для предохранения цемента от схватывания.
  51. Многобункерные цементные силоса. Их достоинства и недостатки.
  52. Цементные силоса, идентичные по своей конструкции силосам сырьевой муки с центральной усреднительной камерой. Их достоинства и недостатки.
  53. Многокамерные цементные силосы. Достоинства и недостатки такой схемы.
  54. Цементные силоса, идентичные по своей конструкции силосам сырьевой муки с центральной усреднительной камерой. Их достоинства и недостатки.

55. Многокамерные цементные силосы. Достоинства и недостатки такой схемы.

**Раздел 3. Контрольная работа № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов каждый.**

**Вопрос 3.1.**

1. Какое оборудование входит в технологическую схему дозирочно-смесительного отделения с применением контейнеров для технологии стекла. Какие участки в него входят. Что выходит из этого участка.
2. Сравните между собой барабанный и экструзионный грануляторы сырьевой шихты для стекловарения.
3. Сравните между собой барабанный и тарельчатый грануляторы сырьевой шихты для стекловарения.
4. Сравните между собой тарельчатый и экструзионный грануляторы сырьевой шихты для стекловарения.
5. Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «Камни шихтные, от огнеупоров»? Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «Продукты кристаллизации»?
6. Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «свиль или шлиры»?
7. Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «пузырь»?
8. Назовите способы набора капли стекломассы для формующих машин. Их достоинства и недостатки.
9. Как происходит процесс формирования капли стекла в питателе при движении плунжера. Что дает изменение режимов его перемещения?
10. Сравните схемы горизонтального и вертикального вытягивания трубки из стекла.
11. Сравните лодочный и безлодочный способы вертикального вытягивания трубок из стекла.
12. Чем отличаются способы изготовления непрерывного и штапельного волокна из стекла.
13. Последовательность операций при ручном и механизированном прямом прессовании изделий из стекла.
14. Чем отличается прямое и косвенное прессование изделий из стекла?
15. Чем отличается механизированное выдувание от пресс-выдувания изделий из стекла?
16. С какой скоростью вращают форму при формировании изделий из стекла при центробежном формировании? Чем объясняется различие в этих скоростях?
17. Чем отличается метод выдувания при центробежном формировании изделий из стекла от других методов? Как это влияет на качество выпускаемой продукции?
18. Классификация форм для изготовления полых стеклянных изделий (по характеру производства, по способу формирования, по конструкции, по материалу).
19. Схема воздушной закалки стеклянной посуды.
20. В чем суть ионного обмена и как его используют в упрочнении стекла.
21. Схемы расположения выработочных каналов систем вытягивания стекла.
22. Устройство для электрохимического окрашивания ленты стекла.
23. Технологическая схема производства плоских и гнутых закаленных стекол.
24. Установка для закаливания плоских стекол на твердых опорах.
25. Схема процесса изготовления триплекса.
26. Схема однокамерных и двухкамерных стеклопакетов.
27. Стеклянные блоки и их применение.
28. Схема механизированной линии для производства стеклянных блоков.
29. Схема устройства для формирования стеклопрофилита швеллерного сечения.
30. Схема устройства для формирования двухшовного коробчатого стеклопрофилита.

31. Схема производства коврово-мозаичной плитки способом непрерывного проката.
32. Способы подачи стекломассы на прокатную машину для производства коврово-мозаичной плитки.
33. Прокатные машины для изготовления плит стекломрамора.
34. Многослойные панели с использованием стемалита. Области применения.
35. Пеностекло. Вспенивания стекла.
36. Схема изготовления бутылки на автоматах R-7 и ВВ-7.
37. Схемы изготовления стеклянной тары на секционных автоматах двойным выдуванием.
38. Схемы изготовления стеклянной тары на секционных автоматах прессовыдувным способом.
39. Сравните, чем отличаются схемы изготовления стеклянной тары на секционных автоматах двойным выдуванием и прессовыдувным способом.
40. Дефекты при формировании стеклянной тары и их причины.
41. Повышение эксплуатационной надежности стеклянной посуды.
42. Схемы установки для нанесения оксидно-металлических покрытий на стеклянную тару.
43. Схема двухпоточной линии для контроля качества стеклянной тары.
44. Линия для упаковки изделий в пакеты из термоусадочной пленки.
45. Схема автоматизированной технологической линии по производству стеклянной тары.
46. Термос и его устройство.
47. Операции термической обработки термосных колб по способу (1).
48. Операции термической обработки термосных колб по способу (2).
49. Чем отличаются два способа термической обработки термосных колб.
50. Схема технологических линий производства термосов по способу (1).

### **Вопрос 3.2.**

- 1 Последовательность операций при ручном изготовлении изделий на ножке.
- 2 Последовательность ручного получения цветного наклада методом воронки.
- 3 Схемы процесса прессования на 12-позиционном прессе и технологической линии для изготовления закаленных прессованных изделий.
- 4 Схема технологического процесса изготовления прессовыдувных изделий.
- 5 Схема изготовления изделий по способу напрессовки ножки и виды вырабатываемых изделий.
- 6 *Схемы изготовления изделий на ножке (а), технологической линии.*
- 7 *Чем отличается способ напрессовки ножки от способа изготовления изделий на ножке?*
- 8 Схема линии предварительной обработки стаканов.
- 9 Технологическая схема химического полирования изделий из свинцового хрусталя.
- 10 Автомат АСШ для формирования шариков из стекла.
- 11 Схема установки для выработки непрерывного стеклянного волокна (двухстадийный способ).
- 12 Схема установки для получения волокна одностадийным способом.
- 13 Чем отличается способ получения непрерывного стеклянного волокна двухстадийным методом от получения волокна одностадийным методом?
- 14 Схема получения полого стеклянного волокна.
- 15 Чем отличается способ получения непрерывного стеклянного волокна двухстадийным методом от получения полого волокна?
- 16 Чем отличается способ получения непрерывного стеклянного волокна одностадийным методом от получения полого волокна?
- 17 Схема штабикового способа получения непрерывного стеклянного волокна.

- 18 В чем отличие получения штабикового способа получения непрерывного стеклянного волокна от других способов получения непрерывных волокон?
- 19 Двойной тигель для вытягивания волокна из многокомпонентных стекол.
- 20 Способы получения штапельного стеклянного волокна.
- 21 Какие способы получения штапельного стекловолокна вы знаете? Где применяют штапельные волокна?
- 22 Какой из способов получения штапельного стекловолокна вы бы выбрали для его производства и почему?
- 23 Сравните центробежные методы получения штапельного стекловолокна и методы его получения раздувом газа.
- 24 Сравните центробежные методы получения штапельного стекловолокна и его получение центробежно-фильерно-дутьевым способом.
- 25 Сравните методы получения штапельного стекловолокна центробежно-фильерно-дутьевым способом и способ получения штапельированной пряжи из непрерывного волокна.
- 26 Схема производства стеклофанерных шпонов (композиционный материал).
- 27 Технологическая линия для непрерывного производства стеклопластиков.
- 28 Условия прохождения светового луча вдоль волокна при их использовании в качестве световодов.
- 29 Классификация и области применения стеклянных труб и стержней.
- 30 Схемы горизонтального вытягивания трубок: с лотковым и фильерным питателем.
- 31 Схема вертикального вытягивания стеклянных труб вниз.
- 32 Схема безлодочного вертикального вытягивания толстостенных стеклянных труб вверх.
- 33 Схема вальцевания толстостенных стеклянных труб.
- 34 Схемы стеклодувных горелок.
- 35 Схема процесса формования колб ламп накаливания на карусельной машине с вакуумным питанием.
- 36 Схема формования колб электроламп на конвейерной ленточной машине.
- 37 Виды стеклянных изоляторов.
- 38 Преломляющие светотехнические изделия из стекла.
- 39 Установки для получения стеклянных микрошариков (СМШ) с вертикальным направлением газового потока.
- 40 Установки для получения стеклянных микрошариков (СМШ) с горизонтальным (Б) направлением газового потока.
- 41 Чем отличаются установки для получения стеклянных микрошариков (СМШ) с вертикальным и горизонтальным направлением газового потока.
- 42 Установка для наплавления прозрачного кварцевого стекла газопламенным способом.
- 43 *Стекловаренный горшок для варки оптического стекла.*
- 44 Установка для непрерывной варки стекла в платиновых сосудах.
- 45 Технологическая схема эмалирования стальных изделий.
- 46 Схема установки для нанесения покрытий способом электрофореза.
- 47 Схема остеклования стальных труб расплавом стекла центробежным способом.
- 48 **Схема** получения лигой микропроволоки в стеклянной изоляции.
- 49 Схема установки для получения покрытий электротермическим испарением и конденсацией паров в вакууме.
- 50 Схема вакуумной установки катодного распыления.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).**



Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 14 баллов, вопрос 2 – 13 баллов, вопрос 3 – 13 баллов.

#### Вопрос 4.1

1. Как рассчитывается производительность непрерывно работающего оборудования? Годовая производительность.
2. Виды организационных параметров (условия продажи), применяемые при оценке конкурентоспособности агрегата.
3. Организационные параметры.
4. Эргономические параметры при оценке конкурентоспособности.
5. Объясните. Что такое угол захвата? Приведите примерные углы захвата известных Вам дробилок.
6. Как определить, конусная дробилка с подвижным валом или с неподвижной осью?
7. Виброконусные дробилки. Достоинства и недостатки.
8. В чем преимущества и недостатки щековых и конусных дробилок с вибрацией рабочих органов?
9. Какие дробилки используют для выделения камней из глины? Принцип их работы.
10. Сравните глинорыхлитель с ножевыми глинорезками.
11. Если у вас есть прижимной механизм, вращается чаша бегунов или нет? Достоинства и недостатки прижимного механизма.
12. Дробилки, которые можно использовать для грубого измельчения карьерной глины. Поясните, почему.
13. Перечислите основные недостатки известных Вам дробилок для среднего и мелкого дробления.
14. Сравните работу дезинтегратора и центробежной мельницы. Какой материал получается в них после измельчения высушенной глины?
15. Центробежно-ударные мельницы. Отличие от центробежно-ударных дробилок. Принцип самофутеровки.
16. С помощью каких механизмов создают вибрацию в вибромельницах? Какой тип вибромельниц оказывает меньшую нагрузку на фундамент?
17. Какие мельницы применяют для получения нанопорошков. Каким образом происходит в них измельчение материала.
18. Укажите достоинства и недостатки различных способов рассева материалов.
19. Какие параметры газовой среды входят в формулу для определения скорости витания частицы при воздушной сепарации?
20. Сравните скрубберы для улавливания пылевидных частиц с пенными пылеулавливателями.
21. Сравните турбулентные газопромыватели с пылеулавливателями ударно-инерционного типа. Достоинства и недостатки.
22. Магнитная сепарация электромагнитами и сильными постоянными магнитами из сплава Nd-Fe-B или SmCo. Достоинства и недостатки постоянных магнитов.
23. Сравните ленточные и трубчатые ленточные конвейеры.
24. Сравните ленточные конвейеры и вибрационные конвейеры.
25. Сравните скребковые и ковшевые конвейеры. Области применения.
26. Элеваторы. Области применения. Почему их применяют чаще, чем другие транспортеры.
27. Комбинированные пневмотранспорт, когда всасывание материала происходит за счет создания вакуума, а перемещение на большое расстояние за счет приложения внешнего давления.
28. Как осуществляют поворот вагонеток или их перемещение на параллельный путь?

29. Сравните сепаратор с внешними осадительными устройствами с проходным сепаратором.
30. Сравните эффективность и области применения циклонов, тканевых фильтров и электрофильтров.
31. Сравните динамические газопромыватели и пылеулавители ударно-инерционного типа.
32. Сравните пенные пылеулавители и пылеулавители ударно-инерционного типа.
33. Сравните турбулентные газопромыватели с пылеулавителями ударно-инерционного типа.
34. Сравните динамические пылеулавители и турбулентные пылеулавители.
35. Достоинства и недостатки объемного и весового дозирования.
36. Сколько воды можно ввести с паром в глинистую массу в смесителе и почему? Как вводят дополнительную воду?
37. Укажите и объясните порядок смешивания шихты, содержащей шамот и глиняный порошок. Выберите агрегат для этого процесса.
38. Почему для смешивания шликеров в керамической промышленности редко используют барботаж?
39. В каких случаях используют в качестве смесителя шаровые мельницы?
40. Сравните комбинированную дробилку и мельницу-мешалка Сладкова
41. Общие элементы конструкций у машин для непрерывного распускания глин.
42. Как изменяют давление шликера в фильтр-прессах и почему?
43. Почему толщина коржа в фильтр-прессе составляет 20-30 мм?
44. Как можно приготовить пластичную массу со строго определенной влажностью?
45. Почему для перекачки шликеров применяют специальные насосы? Назовите их и причину их применения.
46. Общие элементы конструкций в различных БРС.
47. Почему после распылительной сушки порошки имеют стабильный размер и влажность?
48. Сравните достоинства и недостатки БРС и сушилок в кипящем слое.
49. Основные отличия гранул после БРС и гранулятора.
50. Какие материалы подаются в гранулятор Vomm? До какой влажности сначала увлажняется масса и до какой сушится?
51. В чем преимущества сушки шликера в сушилке кипящего слоя по сравнению с РС?

#### **Вопрос 4.2**

1. Сравните между собой поршневые и шнековые прессы для пластического формования.
2. Сравните конструкции шнеков ленточных прессов и выжимных лопастей.
3. Каким образом и почему желательно изменить длину и конусность головки прессы и мундштука при переходе от менее пластичной к более пластичной массе.
4. Формула объемной производительности винтового прессы. Коэффициент потерь и способы их частичного устранения.
5. Какие 3 системы имеются в резательных станках, разрезающих выходящий из мундштука брус и как ими управляют? Как работает фрикцион?
6. Принцип работы Мальтийского механизма. В каких машинах его применяют?
7. Почему для формования пластических масс часто применяют эксцентриковый механизм, а не колено-рычажный?
8. Перечислите позиции, на которые попадает масса при прессовании на прессе для штамповки черепицы. Почему тарелки формируют не раскаткой, а допрессовкой?
9. Отличие прессы ПК-630 от прессы СМ-1085. Как регулируют число ударов на коленорычажном прессе?

10. Какую роль играет трехзвенный коленорычажный механизм в СМ-301? Дайте развернутый ответ.
11. Зачем нужна система гидравлического регулирования давления в коленорычажных прессах? Принимает она участие в выталкивании заготовки?
12. Сравните фрикционный пресс фрикционных прессов и пресс с дугостаторным двигателем.
13. Обоснуйте преимущества двухступенчатого прессования на гидравлических прессах?
14. Сравните зеркальные пресс-формы, пресс-формы с передачей и гидростатические пресс-формы для прессования плиток.
15. Сравните горячее прессование горячее изостатическое прессование. Достоинства и недостатки.
16. Объясните, почему при формовании методом раскатки и литья заготовки сохраняют форму тела вращения после сушки и обжига?
17. Перечислите требования к горячим шликерам. Зачем при горячем литье применяют ПАВ? Как уменьшить расход связки?
18. Какие самые основные виды дефектов возможны при горячем литье? С чем они связаны?
19. Опишите изготовление керамической фанеры на электрофоретической машине. Как удаляют водород и кислород при формовании?
20. Почему пластическим методом нельзя изготовить пленки тоньше 1 мм? Изготовление керамических пленок методом каландрирования.
21. Проблемы и способы закрепления заготовки на станке для обточки изоляторов.
22. Особенности прессов для формования заготовок линейных изоляторов (для высоковольтных линий).
23. Какие способы мокрого глазурирования (шликер) Вы знаете? Опишите их.
24. Достоинства и недостатки сухих и мокрых методов глазурирования.
25. Электростатические методы глазурирования.
26. Какие дополнительные факторы, влияющие на измельчение, наблюдают в мельнице гидрофол по сравнению с аэрофолом.
27. Чем отличаются загрузка и выгрузка материалов в мельницах аэрофол и гидрофол? В чем их различие?
28. Меры по контролю размера выходящих частиц порошка из мельницы аэрофол и гидрофол.
29. Барабанные мельницы HOROMIL. В чем ее специфика по сравнению с другими мельницами.
30. Объясните, почему барабан мельницы HOROMI и валки роллер-прессы относительно мало изнашиваются?
31. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере вибромельниц в технологиях вяжущих материалов.
32. Перспективы и проблемы применения высокоэнергетических мельниц эффективного измельчения на примере струйных мельниц в технологиях вяжущих материалов.
33. Сравните центробежный насос для перекачивания шлама с пневмокамерным насосом.
34. Как решают проблему износа узлов рабочей камеры в центробежном насосе?
35. Сравните пневмокамерный насос для перекачивания шлама с нагнетательным пневмотранспортом.
36. Как решают проблему износа узлов рабочей камеры в пневмовинтовом насосе?
37. Сравните валковый и колосниковый грохоты.
38. Ленточный питатель весового дозирования. Сравните весовое и объемное дозирование.

39. Сравните между собой пневмокамерный насос и центробежный насос.
40. Сравните между собой статический V-сепаратор и центробежный динамический сепаратор с тангенциальным потоком воздуха (типа O-SEPA и типа Sepax).
41. Комбинированные сепараторы. Комбинация статического и динамического сепараторов, размещенных в одном корпусе. Достоинства и недостатки.
42. Использование драглайн-экскаватора на складе. Какие еще машины используют на закрытых складах.
43. Как перемешивают шлам в вертикальных шламбассейнах?
44. Сравните клинкерные склады силосного и шатрового типа.
45. Форма горизонтальных шламбассейнов. Как проводят в них гомогенизацию шлама.
46. Как подают материал в усреднительные гомогенизационные силоса при сухом способе производства.
47. Цементные силоса. Назначение, конструкции.
48. Цементные силоса. Меры для предохранения цемента от схватывания.
49. Цементные силоса, идентичные по своей конструкции силосам сырьевой муки с центральной усреднительной камерой. Их достоинства и недостатки.
50. Многокамерные цементные силосы. Достоинства и недостатки такой схемы.
51. Цементные силоса, идентичные по своей конструкции силосам сырьевой муки с центральной усреднительной камерой. Их достоинства и недостатки.

### **Вопрос 4.3**

1. Какое оборудование входит в технологическую схему дозирочно-смесительного отделения с применением контейнеров для технологии стекла. Какие участки в него входят. Что выходит из этого участка.
2. Сравните между собой барабанный и тарельчатый грануляторы сырьевой шихты для стекловарения.
3. Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «Камни шихтные, от огнеупоров»? Какие причины могут вызывать дефект в стекле, называемый «Продукты кристаллизации»?
4. Назовите способы набора капли стекломассы для формующих машин. Их достоинства и недостатки.
5. Как происходит процесс формирования капли стекла в питателе при движении плунжера. Что дает изменение режимов его перемещения?
6. Сравните лодочный и безлодочный способы вертикального вытягивания трубок из стекла.
7. Последовательность операций при ручном и механизированном прямом прессовании изделий из стекла.
8. Чем отличается механизированное выдувание от пресс-выдувания изделий из стекла?
9. Чем отличается метод выдувания при центробежном формовании изделий из стекла от других методов? Как это влияет на качество выпускаемой продукции?
10. Схема воздушной закалки стеклянной посуды.
11. Схемы расположения выработочных каналов систем вытягивания стекла.
12. Технологическая схема производства плоских и гнутых закаленных стекол.
13. Схема процесса изготовления триплекса.
14. Стеклянные блоки и их применение.
15. Схема устройства для формования стеклопрофилита швеллерного сечения.
16. Схема производства коврово-мозаичной плитки способом непрерывного проката.
17. Прокатные машины для изготовления плит стекломрамора.
18. Схема изготовления бутылки на автоматах R-7 и ВВ-7.
19. Схемы изготовления стеклянной тары на секционных автоматах двойным выдуванием.

20. Сравните, чем отличаются схемы изготовления стеклянной тары на секционных автоматах двойным выдуванием и прессовыдувным способом.
21. Повышение эксплуатационной надежности стеклянной посуды.
22. Схема двухпоточной линии для контроля качества стеклянной тары.
23. Схема автоматизированной технологической линии по производству стеклянной тары.
24. Операции термической обработки термосных колб по способу (1).
25. Чем отличаются два способа термической обработки термосных колб.
26. Последовательность ручного получения цветного наклада методом воронки.
27. Схема технологического процесса изготовления прессовыдувных изделий.
28. *Схемы изготовления изделий на ножке (а), технологической линии.*
29. Схема линии предварительной обработки стаканов.
30. Автомат АСШ для формования шариков из стекла.
31. Схема установки для получения волокна одностадийным способом.
32. Схема получения полого стеклянного волокна.
33. Чем отличается способ получения непрерывного стеклянного волокна одностадийным методом от получения полого волокна?
34. В чем отличие получения штабикового способа получения непрерывного стеклянного волокна от других способов получения непрерывных волокон?
35. Способы получения штапельного стеклянного волокна.
36. Какой из способов получения штапельного стекловолокна вы бы выбрали для его производства и почему?
- 37.
38. Сравните центробежные методы получения штапельного стекловолокна и его получение центробежно-фильерно-дутьевым способом.
39. Схема производства стеклофанерных шпонов (композиционный материал).
40. Условия прохождения светового луча вдоль волокна при их использовании в качестве световодов.
41. Схемы горизонтального вытягивания трубок: с лотковым и фильерным питателем.
42. Схема безлодочного вертикального вытягивания толстостенных стеклянных труб вверх.
43. Схемы стеклодувных горелок.
44. Схема формования колб электроламп на конвейерной ленточной машине.
45. Преломляющие светотехнические изделия из стекла.
46. Установки для получения стеклянных микрошариков (СМШ) с горизонтальным (Б) направлением газового потока.
47. Установка для наплавления прозрачного кварцевого стекла газопламенным способом.
48. Установка для непрерывной варки стекла в платиновых *сосудах*.
49. Технологическая схема эмалирования стальных изделий.
50. Схема остеклования стальных труб расплавом стекла центробежным способом.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр).

*Экзамен* по дисциплине «*Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии*» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 3х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. каф. ХТКиО<br/>Н.А. Макаров<br/>«__» _____ 20__ г.</p>                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b>                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Химической технологии керамики и огнеупоров</b>                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>18.04.01 Химическая технология<br/>Магистерская программа –<br/>«Химическая технология<br/>высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Современное технологическое и аппаратурное<br/>оформление процессов химической технологии</b>                                                 |
| <p align="center"><b>Билет № 3</b></p> <p>1. Сравните работу дезинтегратора и центробежной мельницы. Какой материал получается в них после измельчения высушенной глины?</p> <p>2. Использование драглайн-экскаватора на складе. Какие еще машины используют на закрытых складах.</p> <p>3. Схема процесса изготовления триплекса.</p> |                                                                                                                                                  |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1 Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. Физическая химия спекания: учеб. пособие / Н.А. Макаров, Д.В. Харитонов, Д.О. Лемешев. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2019. 190 с.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Кристаллы с дефектами. М.: Высшая школа, 1993. 352 с.
2. Оксидная керамика: спекание и ползучесть: учеб. Пособие / В.С. Бакунов, А.В. Беляков, Е.С. Лукин, У.Ш. Шаяхметов; под ред. В.С. Бакунова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 584 с.
3. Гегузин Я.Е. Живой кристалл. М.: Наука, 1981. 194 с.

#### В) Учебно-методические пособия и указания по изучению дисциплины:

1. Беляков А.В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. 80 с.
2. Власов А.С. Конструкционная керамика. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. 70 с.
3. Гузман И.Я. Реакционное спекание и его использование в технологии керамики и огнеупоров. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1996. 55 с.
4. Лукин Е.С. Теоретические основы получения и технология оптически прозрачной керамики. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1981. 36 с.
5. Скидан Б.С., Поляк Б.И. Керамические диэлектрики. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1983. 77 с.

### 9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

#### Журналы:

1. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582.
2. Огнеупоры и техническая керамика. ISSN 0369-7290
3. Новые огнеупоры. ISSN 1689-4518
4. Строительные материалы. ISSN 1729-9209
5. Строительные материалы XXI века. ISSN 1729-9209.
6. Keramische Zietschrift. ISSN 0023-0561.
7. Ceramic Bulletin (Amer.Cer.Soc.). ISSN 0022-7812.
8. Ceramic Industries International. ISSN 0305-7623.
9. International Journal of Applied Ceramic Technology. ISSN (printed): 1546-542X. ISSN (electronic): 1744-7402.
10. Ceramics Technical. ISSN 1324-4175.
11. Glass and Ceramics. ISSN 0361-7610.
12. World Ceramics and Refractories. ISSN 0959-6127.
13. Ceramics Abstracts/World Ceramic Abstracts. ISSN 0883-2900.
14. Engineered Materials Abstracts, Ceramics. ISSN 0002-7812.
15. Ceramic Industries International. ISSN 0958-9899.
16. Ceramic Industry – the magazine for refractories, traditional & advanced ceramic manufacturers. ISSN 0009-0220.
17. Ceramic Engineering and Science Proceedings. ISSN 0196-6219.
18. Ceramics International. ISSN 0272-8842.

Интернет-ресурсы:

- [www.centerprioritet.ru/](http://www.centerprioritet.ru/) – СМЦ «Приоритет» – техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> – «Нанометр» - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> – «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> – Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx/> – Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> – In Tech. Open Science
- [http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry\\_tech/silicate/](http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/) – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
- <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru/> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> – ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> – Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> – поисковая система по книгам
- <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека

### **9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы используются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## **10 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.



Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Современное технологическое и аппаратное оформление процессов химической технологии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Лаборатория (печной зал), оснащенная высокотемпературным оборудованием для синтеза и термической обработки материалов из ВФМ.

Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

Кафедральная библиотека с ресурсами ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева по профилю дисциплины.

Технологическое оборудование для обработки, подготовки и определения технологических свойств сырьевых материалов (шаровая мельница, лабораторная планетарная мельница, наборы сит для отсева порошков, сушильный шкаф, весы технические и аналитические, ступки для измельчения и смешивания порошков, разрывная машина).

Высокотемпературное оборудование (высокотемпературные электрические печи с карбидкремниевыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима, электрическая лабораторная муфельная печь с автоматическим регулятором температуры, высокотемпературные электрические печи с хромит-лантановыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима).

### **11.2 Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

### **11.3 Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; интерактивная доска; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам керамических материалов и керамоматричных композитов; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральная библиотека электронных изданий.

### 11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                             | Реквизиты договора поставки            | Количество лицензий                                                                                                    | Срок окончания действия лицензии |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1.    | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                                                                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 20 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 2.    | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                                                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 5 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 3.    | Управление проектами Project expert tutorial                                                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 4.    | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users                | Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020   | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                       |
| 5.    | SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers                                               | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                       |
| 6.    | Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП              | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024 | Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест | бессрочная                       |
| 7.    | Среда разработки Delphi                                                                                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 8.    | Среда разработки C++ Builder                                                                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 9.    | Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 10.   | Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 11.   | OriginPro 8.1 Department Wide License                                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |

|     |                                                                                                     |                                       |                                               |            |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| 12. | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 13. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 14. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                                         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 15. | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                                            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 3 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 16. | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 17. | Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 18. | Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 19. | Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 20. | System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 21. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 22. | Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 23. | Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 24. | Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |

|     |                                                                                                                                                                  |                                           |                                                |                                                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | Concurrent Licenses (per License)                                                                                                                                |                                           |                                                |                                                                                            |
| 25. | Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10     | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 26. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10     | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 27. | NI Circuit Design Suite                                                                                                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10     | 10 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 28. | Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL                                                              | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021    | 13 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 29. | Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens                                             | Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022      | 13 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 30. | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                                                                                                             | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013     | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 31. | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                                                                   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020     | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                                 |
| 32. | Micosoft Office Standard 2013                                                                                                                                    | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013     | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 33. | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul> | Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019    | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 34. | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition                                                                                            | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | -                                              | 24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)            |

|     |                                                                                                  |                                           |                                               |            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| 35. | iSpring Suite Max                                                                                | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | 02.12.2025 |
| 36. | iSpring Suite версия 11                                                                          | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | 02.12.2025 |
| 37. | Планы Мини                                                                                       | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1                                             | 30.09.2025 |
| 38. | Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64 | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024    | 60 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 39. | COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)                                             | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023   | 1                                             | бессрочная |
| 40. | COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)                                            | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023   | 1                                             | бессрочная |
| 41. | Антиплагиат.ВУЗ 5.0                                                                              | Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025     | 1                                             | 19.05.2026 |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                           | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Формы и методы контроля и оценки                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Раздел 1. Введение. Оборудование для подготовки исходных масс при получении ВФМ | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию основных видов оборудования для реализации технологий обработки ВФМ;</li> <li>- принципы работы, достоинства и недостатки основных типов оборудования для промышленного и индивидуального производства изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;</li> <li>- основные виды печного оборудования для производства изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;</li> <li>- основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения технологических процессов,</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за экзамен 1 семестр.</p> |

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                             | <p>как в промышленном масштабе, так и на индивидуальном уровне при производстве изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов различного назначения.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами сбора и обработки информации об основном оборудовании, обеспечивающем высокое качество изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов, повышении производительности труда и культуры производства, уменьшении загрязнения окружающей среды, о тенденциях совершенствования оборудования.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                            |
| <p>Раздел 2.<br/>Оборудование для формования заготовок (изделий) из ВФМ</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию основных видов оборудования для реализации технологий обработки ВФМ;</li> <li>- принципы работы, достоинства и недостатки основных типов оборудования для промышленного и индивидуального производства изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;</li> <li>- основные виды печного оборудования для производства изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;</li> <li>- основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения технологических процессов, как в промышленном масштабе, так и на индивидуальном уровне при производстве изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов различного назначения.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами сбора и обработки информации об основном оборудовании, обеспечивающем высокое качество изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов, повышении производительности труда и культуры производства, уменьшении загрязнения окружающей среды, о тенденциях совершенствования оборудования.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за экзамен 1 семестр.</p> |

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <p>Раздел 3. Основы проектирования предприятий по производству ВФМ. Заключение.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию основных видов оборудования для реализации технологий обработки ВФМ;</li> <li>- принципы работы, достоинства и недостатки основных типов оборудования для промышленного и индивидуального производства изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;</li> <li>- основные виды печного оборудования для производства изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов;</li> <li>- основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения технологических процессов, как в промышленном масштабе, так и на индивидуальном уровне при производстве изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов различного назначения.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами сбора и обработки информации об основном оборудовании, обеспечивающем высокое качество изделий из стекла, керамики и вяжущих материалов, повышении производительности труда и культуры производства, уменьшении загрязнения окружающей среды, о тенденциях совершенствования оборудования.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за экзамен 1 семестр.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).



**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов**  
**химической технологии»**  
**основной образовательной программы**  
 18.04.01 Химическая технология  
 магистерская программа  
 «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»  
 Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Современные проблемы химической технологии керамики»**

**Направление подготовки**

**18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа**

**«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена заведующим кафедрой Химической технологии керамики и огнеупоров Н.А. Макаровым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева «13» июня 2025 г., протокол № 17.

## **1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение трех семестров.

Дисциплина «Современные проблемы химической технологии керамики» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в частности в области технологии высокотемпературных силикатных материалов.

**Цель дисциплины** – анализ закономерностей уплотнения индивидуальных твердых тел различной природы и процессов, базируясь на основах физики спекания; анализ феноменологических представлений о спекании макроскопических твердых тел; изучение методов исследования кинетики спекания порошковых систем; ознакомление с особенностями выбора температурно-временных режимов обжига с точки зрения современных представлений; ознакомление с современными представлениями о прочности функциональных керамических материалов; выявление основных проблем высокотемпературной прочности керамических материалов; анализ современных научных достижений и перспективных направлений работ в области высокотемпературных функциональных материалов.

**Задачи дисциплины** – формирование у обучающихся фундаментальной материаловедческой базы и системных углубленных знаний в области физикохимии высокотемпературных функциональных керамических материалов и на основе этих знаний выработка системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в указанной области материаловедения.

Дисциплина «Современные проблемы химической технологии керамики» преподается в 1-3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## **2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                  | Объект или область знания                                                                                                                                            | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                               | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                                              | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский</b>                                                                                                             |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.1 Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                                         | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов<br><br>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     | ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     | ПК-4.3. Владеет приемами разработки                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                  | методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ | <p>Обобщенная трудовая функция В</p> <p>Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства</p> <p>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н). Обобщенная трудовая функция В</p> <p>Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла</p> <p>ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-</p> |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов и изделий из них | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | повышения эффективности процессов производства ВФМ                                                                                                                                                                                                            | космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018 № 573н).<br>Обобщенная трудовая функция Н Организация научно-экспериментальных исследований применяемых неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, для выбора перспективных компонентов и материалов из них с целью внедрения их в производство; уровень квалификации 7, трудовая функция Н/03.7 Руководство теоретическими и экспериментальными исследованиями в рамках создания нового объекта интеллектуальной собственности в области производства ракетно-космических комплексов и систем |
|  |  |  | ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|  |  |  | ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- методы прогнозирования работоспособности материала в заданных условиях эксплуатации;
- современные методы исследования закономерностей спекания керамических материалов, заготовок и деталей, методы высокотемпературного упрочнения керамики;
- современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;
- условия использования данных, содержащихся в научных публикациях;
- методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;
- современные методы управления составом, структурой и свойствами керамических материалов;
- возможности традиционных и современных технологий спекания и упрочнения, а также области их применения.

*Уметь:*

- использовать закономерности, отражающие зависимости физико-механических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов термической обработки;
- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов высокотемпературных функциональных материалов и их технологий;
- собирать данные для составления обзора по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;
- рассчитывать кинетические закономерности процессов высокотемпературного упрочнения (спекания) керамических материалов;
- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых высокотемпературных функциональных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- применять теоретические знания по современным и перспективным видам высокотемпературных функциональных материалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

*Владеть:*

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения высокотемпературных функциональных материалов;
- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии высокотемпературных функциональных материалов, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области высокотемпературных функциональных материалов.



### 3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                  | Всего        |             | Семестр                |           |                        |           |                |             |
|-----------------------------------------------------|--------------|-------------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|----------------|-------------|
|                                                     |              |             | 1                      |           | 2                      |           | 3              |             |
|                                                     | ЗЕ           | Акад. ч.    | ЗЕ                     | Акад. ч.  | ЗЕ                     | Акад. ч.  | ЗЕ             | Акад. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                | <b>6</b>     | <b>216</b>  | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>2</b>       | <b>72</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>      | <b>2,362</b> | <b>85</b>   | <b>0,945</b>           | <b>34</b> | <b>0,945</b>           | <b>34</b> | <b>0,47</b>    | <b>17</b>   |
|                                                     |              |             |                        |           |                        |           |                |             |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>  | <i>1,86</i>  | <i>67</i>   | <i>0,695</i>           | <i>25</i> | <i>0,695</i>           | <i>25</i> | <i>0,47</i>    | <i>17</i>   |
| Лекции (Лек)                                        | 0,50         | 18          | 0,25                   | 9         | 0,25                   | 9         | –              | –           |
| Практические занятия (ПЗ)                           | 1,86         | 67          | 0,695                  | 25        | 0,695                  | 25        | 0,47           | 17          |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>  | <i>1,86</i>  | <i>67</i>   | <i>0,695</i>           | <i>25</i> | <i>0,695</i>           | <i>25</i> | <i>0,47</i>    | <i>17</i>   |
| Лабораторные работы (ЛР)                            | –            | –           | –                      | –         | –                      | –         | –              | –           |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                  | <b>2,642</b> | <b>95</b>   | <b>1,056</b>           | <b>38</b> | <b>1,056</b>           | <b>38</b> | <b>0,53</b>    | <b>19</b>   |
| Контактная самостоятельная работа                   | 0,01         | 0,4         | 0,005                  | 0,2       | 0,005                  | 0,2       | –              | –           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины        | 2,63         | 94,6        | 1,05                   | 37,8      | 1,05                   | 37,8      | 0,53           | 19          |
| <b>Виды контроля:</b>                               |              |             |                        |           |                        |           |                |             |
| <b>Зачет с оценкой</b>                              |              |             | +                      | +         | +                      | +         | –              | –           |
| <b>Экзамен</b>                                      | <b>1</b>     | <b>36</b>   | –                      | –         | –                      | –         | <b>1</b>       | <b>36</b>   |
| <b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b> | <b>1</b>     | <b>0,4</b>  | –                      | –         | –                      | –         | <b>1</b>       | <b>0,4</b>  |
| <b>Подготовка к экзамену.</b>                       |              | <b>35,6</b> | –                      | –         | –                      | –         |                | <b>35,6</b> |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                      |              |             | <b>Зачет с оценкой</b> |           | <b>Зачет с оценкой</b> |           | <b>Экзамен</b> |             |

| Вид учебной работы                                 | Всего       |              | Семестр      |              |              |              |             |              |
|----------------------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
|                                                    |             |              | 1            |              | 2            |              | 3           |              |
|                                                    | ЗЕ          | Акад. ч.     | ЗЕ           | Акад. ч.     | ЗЕ           | Акад. ч.     | ЗЕ          | Акад. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>6</b>    | <b>162</b>   | <b>2</b>     | <b>54</b>    | <b>2</b>     | <b>54</b>    | <b>2</b>    | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>2,36</b> | <b>63,75</b> | <b>0,945</b> | <b>25,5</b>  | <b>0,945</b> | <b>25,5</b>  | <b>0,47</b> | <b>12,75</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>1,86</i> | <i>50,25</i> | <i>0,695</i> | <i>18,75</i> | <i>0,695</i> | <i>18,75</i> | <i>0,47</i> | <i>12,75</i> |
| Лекции (Лек)                                       | 0,50        | 13,5         | 0,25         | 6,75         | 0,25         | 6,75         | –           | –            |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 1,86        | 50,25        | 0,695        | 18,75        | 0,695        | 18,75        | 0,47        | 12,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>1,86</i> | <i>50,25</i> | <i>0,695</i> | <i>18,75</i> | <i>0,695</i> | <i>18,75</i> | <i>0,47</i> | <i>12,75</i> |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | –           | –            | –            | –            | –            | –            | –           | –            |

Продолжение таблицы

|                                                     |              |              |                        |             |                        |             |                |              |
|-----------------------------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|----------------|--------------|
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                  | <b>2,642</b> | <b>71,25</b> | <b>1,056</b>           | <b>28,5</b> | <b>1,056</b>           | <b>28,5</b> | <b>0,53</b>    | <b>14,25</b> |
| Контактная самостоятельная работа                   | 0,01         | 0,3          | 0,005                  | 0,15        | 0,005                  | 0,15        | –              | –            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины        | 2,63         | 70,95        | 1,05                   | 28,35       | 1,05                   | 28,35       | 0,53           | 14,25        |
| <b>Виды контроля:</b>                               |              |              |                        |             |                        |             |                |              |
| <b>Зачет с оценкой</b>                              |              |              | +                      | +           | +                      | +           | –              | –            |
| <b>Экзамен</b>                                      | <b>1</b>     | <b>27</b>    | –                      | –           | –                      | –           | <b>1</b>       | <b>27</b>    |
| <b>Контактная работа – промежуточная аттестация</b> | <b>1</b>     | <b>0,3</b>   | –                      | –           | –                      | –           | <b>1</b>       | <b>0,3</b>   |
| <b>Подготовка к экзамену.</b>                       |              | <b>26,7</b>  | –                      | –           | –                      | –           |                | <b>26,7</b>  |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                      |              |              | <b>Зачет с оценкой</b> |             | <b>Зачет с оценкой</b> |             | <b>Экзамен</b> |              |

#### 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины                                                                  | Акад. часов |          |            |             |             |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|------------|-------------|-------------|
|       |                                                                                    | Всего       | Лекции   | Прак. зан. | Лаб. работы | Сам. работа |
| 1     | <b>Раздел 1. Введение</b>                                                          | <b>1</b>    | <b>1</b> | –          | –           | –           |
| 2     | <b>Раздел 2. Физическая химия спекания</b>                                         | <b>71</b>   | <b>8</b> | <b>25</b>  | –           | <b>38</b>   |
| 3     | 2.1. Механизмы припекания твердых тел                                              | 19          | 2        | 7          | –           | 10          |
| 4     | 2.2. Механизмы залечивания пор                                                     | 19          | 2        | 7          | –           | 10          |
| 5     | 2.3. Спекание активных порошков. Спекрующие добавки                                | 17          | 2        | 6          | –           | 9           |
| 6     | 2.4. Феноменологические подходы к уплотнению твердых тел                           | 16          | 2        | 5          | –           | 9           |
| 7     | <b>Раздел 3. Термопрочность и крип материалов на основе тугоплавких соединений</b> | <b>72</b>   | <b>9</b> | <b>25</b>  | –           | <b>38</b>   |
| 8     | 3.1. Температура хрупко-вязкого перехода и эффективная поверхностная энергия       | 19          | 2        | 7          | –           | 10          |
| 9     | 3.2. Механизмы зарождения и распространения трещин при высокой температуре         | 18          | 3        | 5          | –           | 10          |
| 10    | 3.3. Влияние факторов на термопрочность тугоплавких соединений                     | 19          | 2        | 8          | –           | 9           |
| 11    | 3.4. Пороговые и непороговые механизмы ползучести                                  | 16          | 2        | 5          | –           | 9           |

|    |                                                                                                       |            |           |           |          |           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| 12 | <b>Раздел 4. Технологии современных и перспективных высокотемпературных функциональных материалов</b> | <b>36</b>  | <b>–</b>  | <b>17</b> | <b>–</b> | <b>19</b> |
| 13 | 4.1. Технологии бескислородных материалов                                                             | 12         | –         | 6         | –        | 6         |
| 14 | 4.2. Технологии оксидных материалов                                                                   | 12         | –         | 6         | –        | 6         |
| 15 | 4.3. Методы исследования кинетики спекания                                                            | 7          | –         | 3         | –        | 4         |
| 16 | 4.4. Выбор температурно-временных режимов обжига изделий различного назначения                        | 5          | –         | 2         | –        | 3         |
|    | <b>Итого</b>                                                                                          | <b>180</b> | <b>18</b> | <b>67</b> | <b>–</b> | <b>95</b> |
|    | Экзамен                                                                                               | <b>36</b>  |           |           |          |           |
|    | <b>Итого</b>                                                                                          | <b>216</b> |           |           |          |           |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Введение

Краткие сведения по истории развития науки о спекании, физической химии и феноменологии спекания, прочности и термопрочности высокотемпературных материалов, крипоустойчивости материалов. Подходы Френкеля и Пинеса к спеканию тугоплавких твердых тел. Характеристика современных и перспективных высокотемпературных функциональных материалов.

### Раздел 2. Физическая химия спекания

#### 2.1 Механизмы припекания твердых тел.

Припекание твердых тел, контактирующих в точке и по плоскости. Геометрия контактной области. Основное кинетическое уравнение припекания. Механизмы вязкого течения, поверхностной самодиффузии, объемной самодиффузии, переноса вещества через газовую фазу. Припекание при наличии внешнего усилия. Влияние геометрии частиц на процесс припекания. Закономерности припекания частиц произвольной формы. Припекание взаимно-нерастворимых твердых тел. Эффекты Френкеля и Киркендалла. Припекание взаимно-растворимых твердых тел. Процесс припекания с участием жидкой фазы. Влияние газовой фазы на припекание разнородных материалов. Роль жидкой и газовой фаз в процессах формирования структуры и обеспечения заданных свойств керамического материала.

#### 2.2. Механизмы залечивания пор

Механизмы залечивания изолированных пор: вязкое течение и диффузионное растворение. Влияние границ кристаллов и дислокаций на залечивание поры. Залечивание изолированной поры под влиянием внешнего усилия. Ансамбль пор в реальном кристаллическом теле. Коалесценция пор. Рекристаллизация. Движущая сила рекристаллизации. Кинетика роста кристаллов. Влияние рекристаллизации на свойства керамических материалов. Способы предотвращения рекристаллизации.

#### 2.3. Спекание активных порошков. Спекрующие добавки

Понятие об активности порошков к спеканию. Особенности спекания ультрадисперсных порошков. Закономерности процесса спекания порошковых систем на

начальных и заключительных стадиях. Влияние внешнего воздействия на уплотнение порошковых систем. Особенности спекания многокомпонентных (двухкомпонентных) порошковых систем. Роль точечных дефектов и дислокаций в процессе спекания с точки зрения физической химии твердого тела. Классификация спекающих добавок по виду взаимодействия с тугоплавким компонентом (по Лукину). Механизмы действия добавок различных подгрупп. Влияние добавок различных групп на структуру и физико-химические свойства керамических материалов.

#### 2.4. Феноменологические подходы к уплотнению твердых тел

Феноменологический подход к процессу уплотнения при спекании. Понятие о феноменологически элементарном процессе. Изменение объема пор в процессе спекания. Уравнение Ивенсена, константы уравнения и их физико-химический смысл. Достоинства и недостатки феноменологических методов описания процесса спекания.

### **Раздел 3. Термопрочность и крип материалов на основе тугоплавких соединений**

#### 3.1. Температура хрупко-вязкого перехода и эффективная поверхностная энергия

Температура хрупко-вязкого перехода в тугоплавких соединениях. Схема Иоффе-Давиденкова. Напряжение роста трещин. Энергетический и силовой подходы при распространении трещины. Их достоинства и недостатки. Истинная и эффективная поверхностная энергия. Составляющие эффективной поверхностной энергии. Микропластичность. Влияние пористости, размера зерна, температуры, длины трещины, примесей на эффективную поверхностную энергию. Первое уравнение Гилмана.

#### 3.2. Механизмы зарождения и распространения трещин при высокой температуре

Зарождение и распространение трещин. Механизмы зарождения трещины. Распространение трещин. Докритическая и закритическая стадии. Влияние различных факторов на распространение трещины. Второе уравнение Гилмана. Взаимодействие трещины с пора́ми, границами зерен и включениями. Статистические теории прочности Вейбулла, Френкеля, Конторовой. Иные статистические теории прочности.

#### 3.3. Влияние факторов на термопрочность тугоплавких соединений

Влияние температуры, пористости, размера зерна на механическую прочность. Уравнения Бальшина, Пинеса-Сухинина, Рышкевича, Кнудсена, Хассельмана, Вейла, Харвея. Немонотонность изменения прочности в зависимости от размера зерна по Полубояринову. Изменение прочности в области гомогенности. Зависимость механической прочности от вида и содержания добавок. Влияние поверхностных процессов на прочность твердых тел. Эффекты Иоффе и Ребиндера.

#### 3.4. Пороговые и непороговые механизмы ползучести

Крип. Пороговые и непороговые механизмы ползучести. Источники Франка-Рида. Влияние химического состава, температуры, длительности нагружения, размера зерна, пористости, добавок на крипоустойчивость. Ползучесть по Набарро, Херрингу, Лифшицу, Коблу, Сверхпластичность. Релаксация напряжений и упругое последствие.

### **Раздел 4. Технологии современных и перспективных высокотемпературных функциональных материалов**

#### 4.1. Технологии бескислородных материалов

Бескислородные материалы на основе карбидов, нитридов, боридов, силицидов. Контролируемые технологические параметры, точки контроля. Значения параметров и допустимые величины отклонений. Способы совершенствования технологий. Перспективные технологии высокотемпературных бескислородных материалов.

#### 4.2. Технологии оксидных материалов

Оксидные керамические материалы. Контролируемые технологические параметры, точки контроля. Значения параметров и допустимые величины отклонений. Способы совершенствования технологий. Перспективные технологии высокотемпературных бескислородных материалов.

#### 4.3. Методы исследования кинетики спекания

Основное уравнение кинетики спекания. Кажущаяся энергия активации спекания. Константа скорости спекания. Формально-кинетическая модель процесса спекания. Диффузионные модели. Модели зародышеобразования. Изотермические методы исследования процесса спекания. Неизотермические методы исследования процесса спекания: дифференциальный и интегральный методы.

4.4. Выбор температурно-временных режимов обжига изделий различного назначения

Факторы, определяющие режим обжига изделий. Выбор температурно-временного режима обжига. Влияние формы и размеров изделий, а также физико-химических свойств материала и фазового состава, синтезируемого в процессе обжига, на его режим. Оценка допустимых скоростей нагрева и охлаждения полуфабриката. Современные подходы к расчету температурно-временных режимов обжига на основе общей объемной модели спекающейся порошковой системы.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                    | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |
| 1  | - методы прогнозирования работоспособности материала в заданных условиях эксплуатации                                                                                                               | +           | +           | +           | +           |
| 2  | - современные методы исследования закономерностей спекания керамических материалов, заготовок и деталей, методы высокотемпературного упрочнения керамики                                            | +           | +           | +           |             |
| 3  | - современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов                                                          |             |             | +           | +           |
| 4  | - условия использования данных, содержащихся в научных публикациях                                                                                                                                  | +           | +           | +           | +           |
| 5  | - методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов                          |             |             |             | +           |
| 6  | современные методы управления составом, структурой и свойствами керамических материалов                                                                                                             | +           | +           |             | +           |
| 7  | - возможности традиционных и современных технологий спекания и упрочнения, а также области их применения                                                                                            | +           | +           | +           | +           |
|    | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |
| 8  | - использовать закономерности, отражающие зависимости физико-механических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов термической обработки               | +           | +           | +           | +           |
| 9  | - проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов высокотемпературных функциональных материалов и их технологий                                          |             |             |             | +           |
| 10 | - собирать данные для составления обзора по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов                                                                                    |             |             |             | +           |
| 11 | - рассчитывать кинетические закономерности процессов высокотемпературного упрочнения (спекания) керамических материалов                                                                             | +           | +           |             |             |
| 12 | - формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых высокотемпературных функциональных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения |             |             |             | +           |

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| 13                                                                                                                                          | - применять теоретические знания по современным и перспективным видам высокотемпературных функциональных материалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях                                                                       | +                                                                                                                                                                                                                                                                        | + | + | + |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |
| 14                                                                                                                                          | - методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения высокотемпературных функциональных материалов                                                                       | +                                                                                                                                                                                                                                                                        | + | + | + |
| 15                                                                                                                                          | - методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии высокотемпературных функциональных материалов, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения | +                                                                                                                                                                                                                                                                        | + | + | + |
| 16                                                                                                                                          | - методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области высокотемпературных функциональных материалов                                                                         | +                                                                                                                                                                                                                                                                        | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции</b> и <b>индикаторы их достижения:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |
|                                                                                                                                             | <b>Код и наименование ПК</b>                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>                                                                                                                                                                                                                       |   |   |   |
| 17                                                                                                                                          | ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств                                                  | ПК-4.1 Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                                         | + | + | + |
| 18                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ | + | + | + |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 19 |                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ | + | + | + | + |
| 20 | ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ                                       | + | + | + | + |
| 21 |                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                                                                                                 | + | + | + | + |
| 22 |                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ                                                                      | + | + | + | + |



## 6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                   | Часы |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | Раздел 2             | Анализ основного кинетического уравнения спекания и подбор кинетических уравнений припекания аморфных тел на основании известных температурно-временных зависимостей свойств.                                               | 2    |
| 2     | Раздел 2             | Анализ основного кинетического уравнения спекания и подбор кинетических уравнений припекания поликристаллических тел на основании известных температурно-временных зависимостей свойств.                                    | 3    |
| 3     | Раздел 2             | Анализ основного кинетического уравнения спекания и подбор кинетических уравнений припекания поликристаллических тел на основании известных температурно-временных зависимостей свойств, при наличии в системе жидкой фазы. | 2    |
| 4     | Раздел 2             | Оценка закономерностей залечивания изолированных пор в аморфном теле.                                                                                                                                                       | 2    |
| 5     | Раздел 2             | Оценка закономерностей залечивания изолированных пор в поликристаллическом теле: механизм диффузионно-вязкого течения.                                                                                                      | 2    |
| 6     | Раздел 2             | Оценка закономерностей залечивания изолированных пор в поликристаллическом теле: механизм диффузионного растворения.                                                                                                        | 2    |
| 7     | Раздел 2             | Расчет закономерностей коалесценции пор в твердом теле.                                                                                                                                                                     | 1    |
| 8     | Раздел 2             | Анализ уплотнения в присутствии твердофазных спекающих добавок. Уравнения дефектообразования.                                                                                                                               | 4    |
| 9     | Раздел 2             | Анализ уплотнения в присутствии жидкофазных спекающих добавок.                                                                                                                                                              | 2    |
| 10    | Раздел 2             | Расчет параметров феноменологических моделей спекания твердых тел по Ивенсену.                                                                                                                                              | 3    |
| 11    | Раздел 2             | Расчет параметров феноменологических моделей спекания твердых тел по уравнениям, не сводящимся к уравнению Ивенсена.                                                                                                        | 2    |
| 12    | Раздел 3             | Оценка температуры хрупко-вязкого перехода на основании диаграмм Иоффе-Давыденкова.                                                                                                                                         | 2    |
| 13    | Раздел 3             | Расчет составляющих эффективной поверхностной энергии аналитическими способами.                                                                                                                                             | 3    |
| 14    | Раздел 3             | Расчет составляющих эффективной поверхностной энергии на основе деформационных кривых материалов.                                                                                                                           | 2    |
| 15    | Раздел 3             | Анализ механизмов зарождения трещин при высокой температуре.                                                                                                                                                                | 2    |
| 16    | Раздел 3             | Анализ механизмов распространения трещин при высокой температуре.                                                                                                                                                           | 3    |

|    |          |                                                                                                                                                           |   |
|----|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 17 | Раздел 3 | Влияние пористости и размера зерна на прочность при высоких температурах. Расчеты по различным уравнениям, анализ результатов.                            | 3 |
| 18 | Раздел 3 | Влияние температуры на прочность при высоких температурах. Расчеты по различным уравнениям, анализ результатов. Температурные скачки прочности.           | 3 |
| 19 | Раздел 3 | Влияние химического состава на прочность при высоких температурах. Расчеты по различным уравнениям, анализ результатов. Прочность в области гомогенности. | 2 |
| 20 | Раздел 3 | Анализ диффузионной ползучести твердых поликристаллических тел.                                                                                           | 3 |
| 21 | Раздел 3 | Анализ дислокационной ползучести твердых поликристаллических тел.                                                                                         | 2 |
| 22 | Раздел 4 | Особенности технологии материалов на основе карбида кремния.                                                                                              | 2 |
| 23 | Раздел 4 | Особенности технологии материалов на основе нитрида кремния.                                                                                              | 2 |
| 24 | Раздел 4 | Особенности технологии материалов на основе нитрида алюминия.                                                                                             | 2 |
| 25 | Раздел 4 | Особенности технологии материалов на основе оксида алюминия.                                                                                              | 2 |
| 26 | Раздел 4 | Особенности технологии материалов на основе диоксида циркония.                                                                                            | 2 |
| 27 | Раздел 4 | Особенности технологии материалов на основе алюмомагнезимальной шпинели.                                                                                  | 2 |
| 28 | Раздел 4 | Исследование закономерностей спекания материалов изотермическими методами.                                                                                | 2 |
| 29 | Раздел 4 | Исследование закономерностей спекания материалов неизотермическими методами.                                                                              | 1 |
| 30 | Раздел 4 | Выбор температурно-временных режимов обжига изделий различного назначения.                                                                                | 2 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Современные проблемы химической технологии керамики» не предусмотрен.

## 7 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- решение задач и подготовку к практическим занятиям по дисциплине;
- подготовку к сдаче зачетов с оценкой и экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8 ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине в 1-3 семестрах складывается из оценок за выполнение контрольных работ (3 контрольные работы по 20 баллов в каждом семестре) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (1 и 2 семестры) и экзамена (3 семестр).

### 8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### 8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля в 1-3 семестрах предусмотрено по 3 контрольные работы. Максимальная оценка за каждую контрольную работу составляет 20 баллов.

**Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

#### Вариант 1

1. Рассчитайте силу, действующую на две сферические частицы корунда диаметром 5 мкм при условии, что пространство между ними заполнено алюмосиликатным расплавом с поверхностным натяжением 370 мН/м. Зазор между частицами составляет 3 мкм, смачивание полное,  $\varphi=28^\circ$ .
2. Установите время, в течение которого перешеек между припекающимися стеклянными шариками размером 15 мкм достигнет 1/4 их первоначального радиуса. Поверхностное натяжение составляет 300 , вязкость при температуре 850 °С –  $7,0 \cdot 10^5$  пз

### Вариант 2

1. В результате обжига корундового образца размером  $40 \times 4 \times 6$  мм в его поверхностном слое образовалась “корка” толщиной 250 мкм. Образец содержит равновеликие поры размером 12 мкм, общая пористость составляет 10 %. После отжига этого образца в течение 100 ч при  $1900^\circ\text{C}$  в беспористой области наблюдаются поры размером 1 мкм. Оцените количество пор в беспористой области.
2. Рассчитайте скорость сближения пор размером 1,5 мкм за счет механизма объемной диффузии, находящихся в поле собственных напряжений при температуре  $1700^\circ\text{C}$  на расстоянии 3 мкм друг от друга. Поверхностное натяжение составляет  $650 \text{ мН/м}$ ,  $D_0 = 10^{-8} \frac{\text{см}^2}{\text{с}}$ ,  $\Omega = 10^{-22} \text{ см}^3$ . Оцените, как изменится скорость сближения пор с увеличением их размера до 2 мкм. Объясните полученный результат.

### Вариант 3

1. Установите величину максимальной усадки при припекании стеклянных шариков размером 12 мкм. Поверхностное натяжение составляет  $370 \frac{\text{дин}}{\text{см}}$ , вязкость при температуре  $800^\circ\text{C}$  –  $5,5 \cdot 10^6 \text{ лз}$ . Как изменится величина усадки при условии, что поверхностное натяжение возрастет на 30 %? Объясните полученный ответ.
2. Рассчитайте время, в течение которого изолированная пора радиусом 4 мкм, внутри которой вакуум, находясь в изотропной ньютоновской среде с вязкостью  $22 \text{ Па}\cdot\text{с}$ , сократит свой размер в два раза. Внешнее давление составляет 2 ат., поверхностное натяжение среды –  $420 \text{ мДж/м}^2$ .

### Вариант 4

1. Установите время, в течение которого при  $1930 \text{ К}$  перешеек между сапфировыми шариками размером 7 мкм, припекающимися по механизму объемной диффузии, достигнет половины их первоначального радиуса. Поверхностное натяжение составляет  $580 \frac{\text{мДж}}{\text{м}^2}$ , атомный объем –  $10^{-23} \text{ см}^3$ , объемный коэффициент диффузии –  $8 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$ . Граница между частицами является стоком вакансий.
2. Пористость сырца, содержащего 30 мол. % Si и 70 мол. % C, составляет 34 %. Обжиг проводят в среде паров кремния. Оцените пористость и изменение массы изделия.

### Вариант 5

1. Пористость сырца, содержащего 20 мол. % Si и 80 мол. % C, составляет 34 %. Обжиг проводят в среде паров кремния. Оцените возможную пористость и изменение массы изделия.
2. Вещество A приведено в контакт с веществом B. Объемный коэффициент самодиффузии вещества A составляет  $10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$ , вещества B –  $10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$ . Установите, со стороны какого компонента через 10 ч от начала припекания около границы раздела образуется пористость. Рассчитайте, какое количество пор теоретически может образоваться, если известно, что первоначальное положение границы в указанный промежуток времени не изменилось; диаметр равновеликих пор составляет 1 мкм, массовые доли компонентов A и B относятся как 2:3; молярные массы – 92 и 144 г/моль, соответственно.

**Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

**Вариант 1**

1. Установите, каковой должна быть равновесная концентрация вакансий при температуре 1700 °С при условии, что поры размером 3 мкм с течением времени не укрупняются и не исчезают. Справочные данные: поверхностное натяжение составляет 700 мДж/м<sup>2</sup>, атомный объем – 10<sup>-23</sup> см<sup>3</sup>, абсолютное пересыщение вакансиями – 10<sup>-3</sup>.
2. Рассчитайте величину пористости заготовок кремния, необходимую для получения плотноспекшегося нитрида кремния (общая пористость менее 10 %), при условии, что реакция происходит полностью.

**Вариант 2**

1. Рассчитайте скорость перемещения поры как единого целого в поле градиента напряжений, вызванных единичной дислокацией, находящейся на расстоянии  $r$  10<sup>-4</sup> см от поры при условии, что

$$D_s \delta_s = 10^{-13} \frac{\text{см}^3}{\text{с}}, \Omega = 10^{-22} \text{см}^3, R = 10^{-5} \text{см}, G = 7 \cdot 10^{12} \frac{\text{дин}}{\text{см}^2},$$

длина вектора Бюргерса - 2·10<sup>-7</sup> см.

Постройте зависимость скорости перемещения поры от величины  $r$ , при условии, что  $r \in [10^{-8}, 10^{-2}] \text{см}$ . Температура – 1355 °С.

2. Установите, каковой должна быть равновесная концентрация вакансий при температуре 1650 К при условии, что поры размером 5 мкм с течением времени не укрупняются и не исчезают. Справочные данные: поверхностное натяжение составляет 430 мДж/м<sup>2</sup>, атомный объем – 10<sup>-23</sup> см<sup>3</sup>, абсолютное пересыщение вакансиями – 10<sup>-5</sup>.

**Вариант 3**

1. Рассчитайте скорость сближения пор размером 1,5 мкм за счет механизма объемной диффузии, находящихся в поле собственных напряжений при температуре 1700 °С на расстоянии 3 мкм друг от друга. Поверхностное натяжение составляет 650 мН/м,  $D_0 = 10^{-8} \frac{\text{см}^2}{\text{с}}$ ,  $\Omega = 10^{-22} \text{см}^3$ . Оцените, как изменится скорость сближения пор с увеличением их размера до 2 мкм. Объясните полученный результат.
2. Рассчитайте время, в течение которого изолированная пора радиусом 5 мкм, внутри которой вакуум, находясь в изотропной ньютоновской среде с вязкостью 1 Па·с, полностью залечится. Внешнее давление составляет 1 ат., поверхностное натяжение среды – 500 мН/м. Как изменится время залечивания, если давление возрастет до 10 ат. Объясните полученный результат.

#### Вариант 4

1. Рассчитайте время, в течение которого изолированная пора радиусом 5 мкм, внутри которой вакуум, находясь в изотропной ньютоновской среде с вязкостью 7 Па·с, полностью залечится. Внешнее давление составляет 2,5 ат., поверхностное натяжение среды – 350 мН/м.
2. Рассчитайте скорость перемещения поры как единого целого в поле градиента напряжений при условии, что

$$D_s \delta_s = 10^{-11} \frac{\text{см}^3}{\text{с}}, \Omega = 10^{-23} \text{см}^3, kT = 2 \cdot 10^{-21} \text{Дж}, R = 10^{-5} \text{см}, \nabla \sigma = 10^{11} \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$$

Как изменится скорость процесса при температуре 1600 °С? Объясните полученный результат.  $D_{S_0} = 10^{-5} \frac{\text{см}^2}{\text{с}}, E_{\text{акт}} = 270 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$ .

#### Вариант 5

1. Рассчитайте время, в течение которого изолированная пора радиусом 5 мкм, внутри которой вакуум, находясь в изотропной ньютоновской среде с вязкостью 11 Па·с, сократит свой размер в три раза. Внешнее давление составляет 1 ат., поверхностное натяжение среды – 450 мН/м. Как изменится время, необходимое для достижения той же степени спекания, если вязкость уменьшится до 6 Па·с? Объясните полученный результат.
2. В результате обжига корундовой керамики образовались кристаллы размером 100 мкм. В центральной части каждого из кристаллов наблюдаются поры размером ~1 мкм. Установите, приведет ли высокотемпературный обжиг к уплотнению образца, если  $\alpha = 500 \frac{\text{мН}}{\text{м}}, \Omega = 10^{-22} \text{см}^3, kT = 10^{-20} \text{Дж}$ , относительное пересыщение решетки вакансиями –  $10^{-4}$ , внешнее давление – атмосферное.

**Раздел 1-2. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

#### Вариант 1

1. Закончите уравнения дефектообразования:  

$$2\text{MgO} \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3} 2\text{Mg}'_{\text{Al}} + \dots$$

$$2\text{CaO} \xrightarrow{\text{ZrO}_2} 2\text{Ca}^{\bullet\bullet}_i + \dots$$

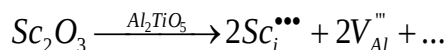
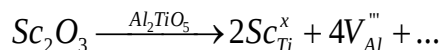
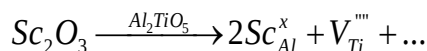
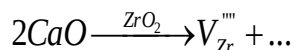
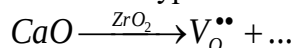
$$\text{Sc}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{MgOAl}_2\text{O}_3} 2\text{Sc}^\bullet_{\text{Mg}} + 3\text{V}^{\bullet\bullet}_{\text{O}} + \dots$$

$$2\text{HfO}_2 \xrightarrow{\text{Y}_2\text{O}_3} 3\text{O}^x_{\text{O}} + \dots$$

$$3\text{HfO}_2 \xrightarrow{\text{Y}_2\text{O}_3} 6\text{O}^x_{\text{O}} + \dots$$
2. Рассчитайте величину пористости заготовок кремния, необходимую для получения плотноспекшегося нитрида кремния (общая пористость менее 10 %), при условии, что реакция происходит полностью.

### Вариант 2

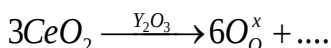
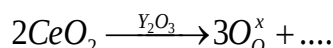
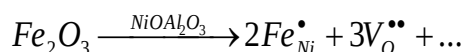
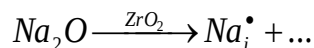
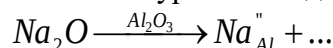
1. Закончите уравнения дефектообразования:



2. Определите изменения массы и объема, происходящие при азотировании заготовок кремния при 1440 К, если взаимодействие протекает полностью.

### Вариант 3

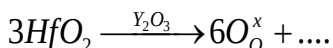
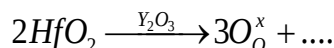
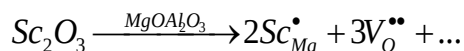
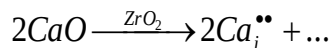
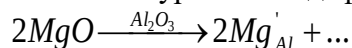
1. Закончите уравнения дефектообразования:



2. В результате обжига корундовой керамики образовались кристаллы размером 100 мкм. В центральной части каждого из кристаллов наблюдаются поры размером ~1 мкм. Установите, приведет ли высокотемпературный обжиг к уплотнению образца, если  $\alpha = 500 \frac{MH}{M}$ ,  $\Omega = 10^{-22} \text{ см}^3$ ,  $kT = 10^{-20} \text{ Дж}$ , относительное пересыщение решетки вакансиями –  $10^{-4}$ , внешнее давление – атмосферное.

### Вариант 4

1. Закончите уравнения дефектообразования:

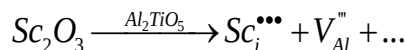
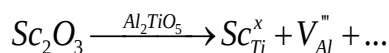
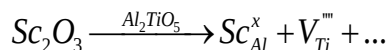
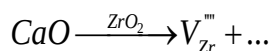
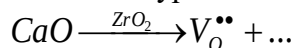


2. Рассчитайте величину пористости заготовок кремния, необходимую для получения плотноспекшегося нитрида кремния (общая пористость менее 10 %), при условии, что реакция происходит полностью.

### Вариант 5

1. Рассчитайте максимально возможное уменьшение свободной энергии внешнего и внутреннего спекания при 1850 °С (поверхностное натяжение – 650 мДж/м²). Исходное количество пор в образце –  $10^5$ , результат коалесценции – единичная сферическая пора. Установите, какой процесс термодинамически предпочтителен.  $R_0 = 7 \text{ мкм}$ .

2. Закончите уравнения дефектообразования. Расставьте коэффициенты.



**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

#### Вариант 1

1. Диаграмма Иоффе-Давиденкова и следствия из нее.
2. Температура хрупко-вязкого перехода в тугоплавких соединениях. Физический смысл. Примеры.

#### Вариант 2

1. Эффективная поверхностная энергия, ее составляющие.
2. Условия распространения трещин: энергетический и силовой подходы.

#### Вариант 3

1. Напряжение роста трещин. Уравнение Гриффитса.
2. Эффективная поверхностная энергия. Влияние факторов.

#### Вариант 4

1. Изменение эффективной поверхностной энергии с температурой. Примеры.
2. Понятие о микропластической деформации. Первое уравнение Гилмана.

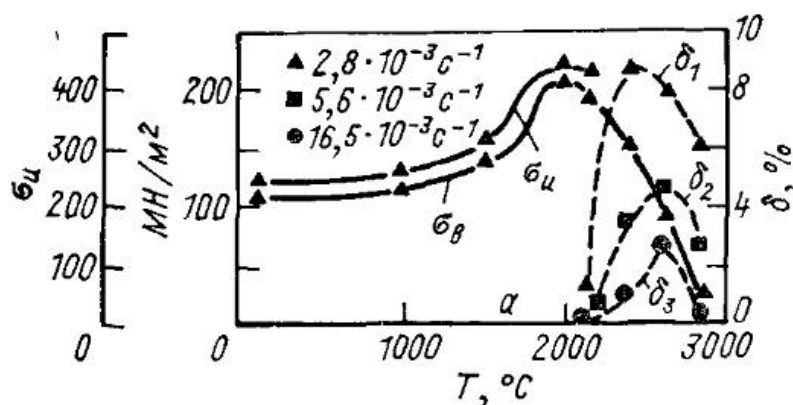
#### Вариант 5

1. Механизмы зарождения трещины.
2. Зарождение трещин у границ. Разориентация границ.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса.**

#### Вариант 1

1. На рисунке представлена зависимость прочности керамики из карбида циркония от температуры. Установили все возможные причины повышения прочности с температурой.

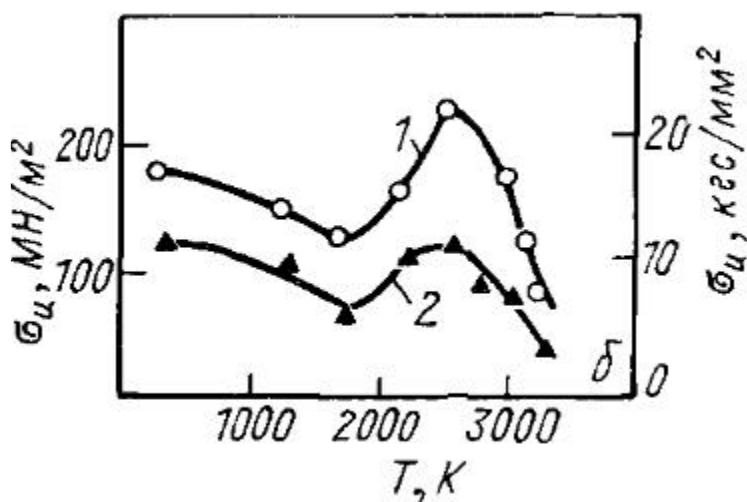




2. Для материала с пористостью 40 % прочность на сжатие составляет 300 МПа. Коэффициент ослабления напряжений – 1,0. Оцените теоретическую прочность материала по Бальшину и Пинесу-Сухинину. Сравните полученные величины, объясните причины различия.

### Вариант 2

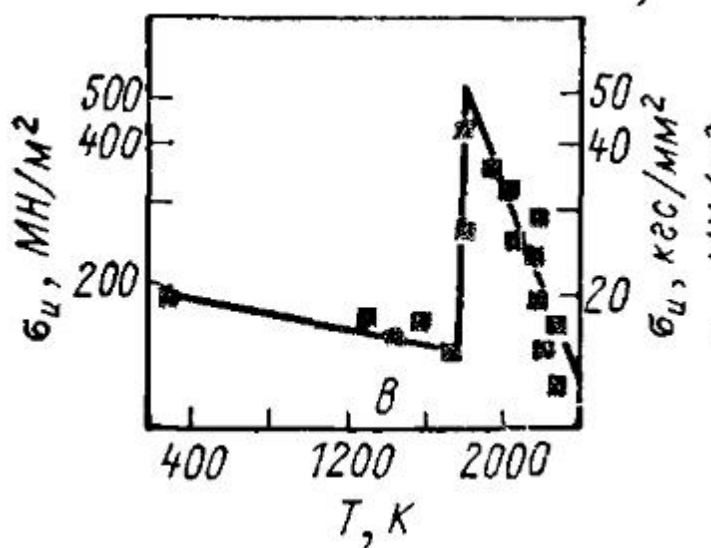
1. На рисунке представлен график зависимости механической прочности от температуры и способа формования. Объясните все возможные изменения, представленные на графике.



2. Для материала с пористостью 30 % прочность на сжатие составляет 400 МПа. Коэффициент уравнения Хассельмана – 0,7. Оцените теоретическую прочность материала по Бальшину и Хассельману. Сравните полученные величины, объясните причины различия.

### Вариант 3

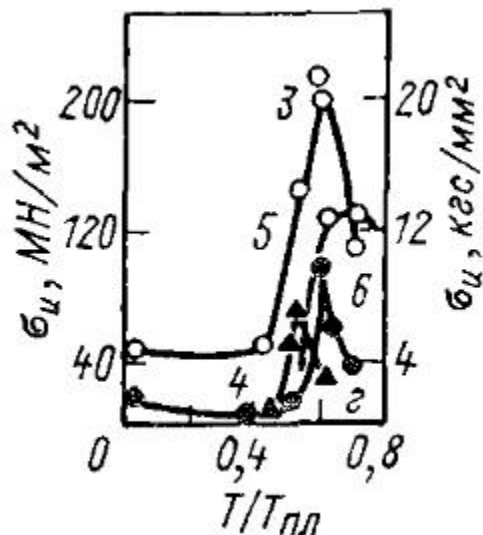
1. На рисунке представлен график зависимости механической прочности от температуры для горячепрессованных образцов карбида титана. Объясните все возможные изменения, представленные на графике.



2. Для материала с пористостью 45 % прочность на сжатие составляет 450 МПа. Коэффициент уравнения Харвея – 0,6. Оцените теоретическую прочность материала по Бальшину и Харвею. Сравните полученные величины, объясните причины различия.

#### Вариант 4

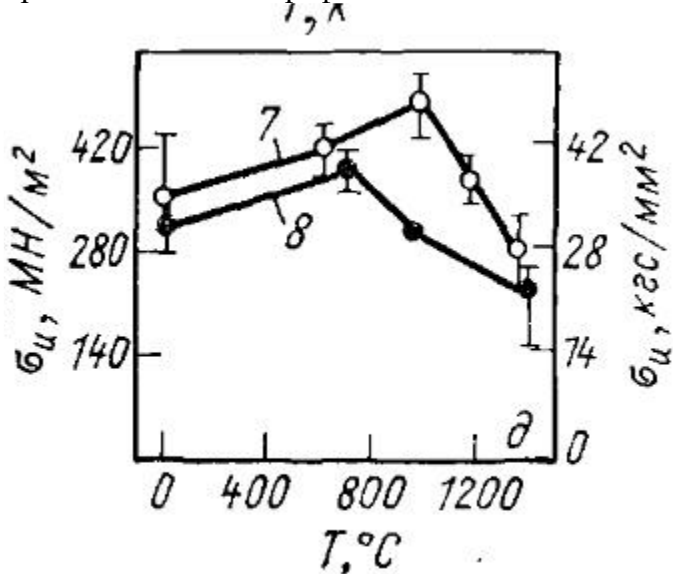
1. На рисунке представлен график зависимости механической прочности от гомологической температуры для карбидов молибдена (3), вольфрама (4), ниобия (5). Объясните все возможные изменения, представленные на графике.



2. Для материала с пористостью 15 % прочность на сжатие составляет 200 МПа. Коэффициент уравнения Вейла – 0,7. Оцените теоретическую прочность материала по Бальшину и Вейлу. Сравните полученные величины, объясните причины различия.

#### Вариант 5

1. На рисунке представлен график зависимости механической прочности от температуры для боридов гафния (7), циркония (8). Объясните все возможные изменения, представленные на графике.



2. Для материала с пористостью 40 % прочность на сжатие составляет 300 МПа. Коэффициент ослабления напряжений изменяется от 0,5 до 1,0. Оцените теоретическую прочность Пинесу-Сухину. Сравните полученные величины, объясните причины изменения теоретической прочности.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

**Вариант 1**

1. Дислокации. Взаимодействие дислокаций
2. Ядро дислокаций. Напряжение Пайерлса. Расщепление дислокаций

**Вариант 2**

1. Границы зерен. Структура границ зерен.
2. Феноменологический анализ ползучести.

**Вариант 3**

1. Термодинамический анализ ползучести.
2. Ползучесть. Механизм термоактивируемого движения дислокаций.

**Вариант 4**

1. Ползучесть, контролируемая скольжением.
2. Уравнение Бейли – Орована.

**Вариант 5**

1. Модель ползучести Виртмана.
2. Степенная ползучесть.

**Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

**Вариант 1**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве тиглей из карбида кремния, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

**Вариант 2**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве подложек из нитрида алюминия, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

**Вариант 3**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве тиглей из нитрида кремния, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 4**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве подложек из карбида титана, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 5**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве подложек из карбида титана, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

**Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

#### **Вариант 1**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве тиглей из оксида алюминия, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 2**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве подложек из оксида алюминия, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 3**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве тиглей из диоксида циркония, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 4**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве подложек из диоксида титана, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

#### **Вариант 5**

1. Укажите все возможные точки контроля в производстве чехлов из оксида алюминия, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля.
2. Укажите средства контроля, абсолютные значения и допустимые величины отклонений.

**Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

#### **Вариант 1**

1. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Формально-кинетическое описание процесса спекания.

2. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Диффузионные модели.

#### **Вариант 2**

1. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Модели зародышеобразования.
2. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: интегральный и дифференциальный методы неизотермической кинетики.

#### **Вариант 3**

1. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: изотермические методы.
2. Достоинства и недостатки различных методов исследования кинетики спекания.

#### **Вариант 4**

1. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Модель Ерофеева-Колмогорова.
2. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: интегральный метод неизотермической кинетики.

#### **Вариант 5**

1. Модели Яндера и анти-Яндера.
2. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: интегральный метод неизотермической кинетики.

### **8.3 Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины**

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой (1 и 2 семестры) – 40 баллов в каждом, за экзамен (3 семестр) – 40 баллов.

#### **8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой).**

Билет к зачету с оценкой содержит 2 теоретических вопроса. Каждый из вопросов оценивается в 20 баллов.

1. Возможные механизмы при спекании твердых тел, контактирующих «в точке».
2. Основное кинетическое уравнение спекания. Движущая сила процесса спекания.
3. Закон размеров и его применение для анализа кинетики спекания.
4. Схемы залечивания изолированной поры в твердом теле.  $\gamma$ -фактор и его физический смысл.
5. Залечивание изолированной поры в однородной изотропной среде: механизмы диффузионно-вязкого течения и диффузионного растворения.
6. Роль границ зерен и дислокаций в залечивании изолированной поры.
7. Стадии процесса усадки при спекании однокомпонентных порошковых прессовок.
8. Понятие об активности к спеканию с точки зрения физической химии спекания. Количественные оценки.
9. Понятие об активности к спеканию с позиции физики спекания. Соотношение между процессами поверхностной и объемной диффузии для активных порошков.  $\square$ -фактор.
10. Влияние гравитационных и остаточных напряжений на процесс спекания.
11. Активированное спекание. Принципы активирования.
12. Феноменологический подход к описанию процессов спекания. Признаки феноменологически элементарных процессов. Достоинства и недостатки физического и

феноменологического подхода к описанию процесса спекания.

13. Понятие об активности к спеканию с точки зрения феноменологии спекания. Количественные оценки.
14. Основные положения феноменологического подхода к исследованию закономерностей спекания. Уравнение Ивенсена в дифференциальной и интегральной формах. Физический смысл констант уравнения Ивенсена.
15. Перемещение поры как единого целого: возможные механизмы.
16. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Формально-кинетическое описание процесса спекания.
17. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Диффузионные модели.
18. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Модели зародышеобразования.
19. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: интегральный и дифференциальный методы неизотермической кинетики.
20. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: изотермические методы.
21. Достоинства и недостатки различных методов исследования кинетики спекания.
22. Принципы формирования беспористой структуры материалов.
23. Классификация добавок, влияющих на процесс спекания оксидной керамики
24. (по Лукину).
25. Классификация добавок, образующих жидкую фазу.
26. Особенности рекристаллизации в чистых оксидах.
27. Особенности рекристаллизации в системах, образующих твердые растворы.
28. Рекристаллизация: движущая сила, энергия активации. Влияние примесей на процесс роста кристаллов.
29. Рекристаллизация. Модели ограничения роста кристаллов за счет введения добавок.
30. Схемы дефектообразования по Креггеру. Примеры уравнений дефектообразования.
31. Классификация добавок, образующих жидкую фазу в обжиге.
32. Требования, предъявляемые к добавкам, образующим жидкую фазу в обжиге (добавкам эвтектического состава).
33. Свойства расплава, позволяющие регулировать процесс спекания с участием жидкой фазы.
34. Отличительные особенности физического и феноменологического подхода к анализу кинетики спекания.
35. Особенности процесса спекания с участием эвтектических добавок.
36. Спекание с участием жидкой фазы: стадии процесса, их математическое описание.
37. Залечивание изолированной поры в изотропной среде под влиянием значительных внешних давлений.
38. Понятие о коалесценции. Движущая сила процесса. Коалесценция при наличии стоков вакансий.
39. Ансамбль пор в реальном твердом теле. Термодинамическая целесообразность внутреннего и внешнего спекания.
40. Коалесценция пор в ансамбле. Стадии процесса.
41. Критический размер пор. Коалесценция за счет прямого столкновения пор.
42. Эффект расширения локализованной пористой области. Физико-химическая природа и условия возникновения эффекта.
43. Спекание двухкомпонентных смесей: конфигурационная и диффузионная составляющие усадки.
44. Усадка смешения. Положительные и отрицательные отклонения от аддитивности при спекании двухкомпонентных смесей.

45. Возможные схемы взаимодействия между твердым телом, жидкостью и газом. Схемы, относящиеся к процессу реакционного спекания. Примеры реакций.
46. Реакционное спекание. Объемный эффект реакции по Гузмону.
47. Показатели, описывающие процесс реакционного спекания.
48. Диаграммы Гузмана – Поляка. Основные выводы, из них следующие.
49. Факторы, определяющие режим обжига изделий.
50. Принципы создания ресурсоэффективных и ресурсосберегающих технологий оксидной керамики.

### **8.3.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр– зачет с оценкой).**

Билет к зачету с оценкой содержит 2 теоретических вопроса. Каждый из вопросов оценивается в 20 баллов.

1. Диаграмма Иоффе-Давиденкова и следствия из нее.
2. Температура хрупко-вязкого перехода в тугоплавких соединениях. Физический смысл. Примеры.
3. Эффективная поверхностная энергия, ее составляющие.
4. Условия распространения трещин: энергетический и силовой подходы.
5. Напряжение роста трещин. Уравнение Гриффитса.
6. Эффективная поверхностная энергия. Влияние факторов.
7. Изменение эффективной поверхностной энергии с температурой. Примеры.
8. Понятие о микропластической деформации. Первое уравнение Гилмана.
9. Механизмы зарождения трещины.
10. Зарождение трещин у границ. Разориентация границ.
11. Распространение трещин. Докритическая стадия.
12. Распространение трещин. Закритическая стадия.
13. Влияние факторов на распространение трещины.
14. Взаимосвязь прочности и вида нагружения. Примеры.
15. Распространение трещины в волновом процессе. Второе уравнение Гилмана.
16. Взаимодействие трещины с порами и границами зерен.
17. Теория прочности Вейбулла – Френкеля. Функция Вейбулла, ее параметры.
18. Примеры практического применения теории Вейбулла – Френкеля.
19. Влияние температуры на прочность. «Скачки» на температурных кривых прочности. Их причины.
20. «Скачки» на температурных кривых прочности. Примеры. Объяснение.
21. Схематическая зависимость механической прочности индивидуальных соединений и твердых растворов на их основе от температуры.
22. Влияние пористости на механическую прочность. Уравнения и границы их применимости.
23. Изменение параметра решетки и размера зерна в зависимости от радиуса катиона добавки. Примеры.
24. Дефектообразование по Креггеру. Примеры.
25. Изменение прочности в области гомогенности. Примеры.
26. Общее уравнение ползучести. Влияние факторов на ползучесть.
27. Ползучесть аморфных и кристаллических тел.
28. Виды ползучести кристаллов.
29. Подобие. Изомеханические группы.
30. Карты деформации по Эшби.
31. Ползучесть Набарро.
32. Ползучесть Набарро – Херринга.
33. Диффузионная ползучесть и СГЗ.
34. Ползучесть Кобла.

35. Области ползучести Коббла и Набарро – Херринга в трехмерном пространстве.
36. Дислокационная и диффузионная ползучесть: зависимость от приложенного напряжения.
37. СГЗ: синусоидальная модель.
38. Структурная сверхпластичность.
39. Ползучесть аморфных тел: основные закономерности.
40. Дислокационная ползучесть: основные закономерности.
41. Ползучесть, вызванная термоактивируемым движением дислокаций.
42. Степенной закон ползучести. Уравнение Бейли – Орована.
43. Модель ползучести по Виртману.
44. Ползучесть Харпера – Дорна.
45. Ползучесть керамических материалов и твердых растворов.
46. Ползучесть оксидных керамических материалов на примере диоксида циркония.
47. Ползучесть оксидных керамических материалов на примере хромита лантана.
48. Ползучесть бескислородных керамических материалов на примере дисилицида молибдена.
49. Ползучесть твердых растворов на основе диоксида циркония.
50. Ползучесть сплавов.

### **8.3.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр– экзамен).**

Билет к экзамену содержит 2 теоретических вопроса. Каждый из вопросов оценивается в 20 баллов.

1. Возможные механизмы припекания твердых тел, контактирующих «в точке».
2. Основное кинетическое уравнение спекания. Движущая сила процесса спекания.
3. Закон размеров и его применение для анализа кинетики спекания.
4. Схемы залечивания изолированной поры в твердом теле.  $\gamma$ -фактор и его физический смысл.
5. Залечивание изолированной поры в однородной изотропной среде: механизмы диффузионно-вязкого течения и диффузионного растворения.
6. Роль границ зерен и дислокаций в залечивании изолированной поры.
7. Стадии процесса усадки при спекании однокомпонентных порошковых прессовок.
8. Понятие об активности к спеканию с точки зрения физической химии спекания. Количественные оценки.
9. Понятие об активности к спеканию с позиции физики спекания. Соотношение между процессами поверхностной и объемной диффузии для активных порошков.  $\gamma$ -фактор.
10. Влияние гравитационных и остаточных напряжений на процесс спекания.
11. Активированное спекание. Принципы активирования.
12. Феноменологический подход к описанию процессов спекания. Признаки феноменологически элементарных процессов. Достоинства и недостатки физического и феноменологического подхода к описанию процесса спекания.
13. Понятие об активности к спеканию с точки зрения феноменологии спекания. Количественные оценки.
14. Основные положения феноменологического подхода к исследованию закономерностей спекания. Уравнение Ивенсена в дифференциальной и интегральной формах. Физический смысл констант уравнения Ивенсена.
15. Перемещение поры как единого целого: возможные механизмы.
16. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Формально-кинетическое описание процесса спекания.
17. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Диффузионные модели.



18. Основное уравнение кинетики физико-химического процесса. Модели зародышеобразования.
19. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: интегральный и дифференциальный методы неизотермической кинетики.
20. Экспериментальные методы исследования кинетики спекания: изотермические методы.
21. Достоинства и недостатки различных методов исследования кинетики спекания.
22. Принципы формирования беспористой структуры материалов.
23. Классификация добавок, влияющих на процесс спекания оксидной керамики
24. (по Лукину).
25. Классификация добавок, образующих жидкую фазу.
26. Особенности рекристаллизации в чистых оксидах.
27. Особенности рекристаллизации в системах, образующих твердые растворы.
28. Рекристаллизация: движущая сила, энергия активации. Влияние примесей на процесс роста кристаллов.
29. Рекристаллизация. Модели ограничения роста кристаллов за счет введения добавок.
30. Схемы дефектообразования по Креггеру. Примеры уравнений дефектообразования.
31. Классификация добавок, образующих жидкую фазу в обжиге.
32. Требования, предъявляемые к добавкам, образующим жидкую фазу в обжиге (добавкам эвтектического состава).
33. Свойства расплава, позволяющие регулировать процесс спекания с участием жидкой фазы.
34. Отличительные особенности физического и феноменологического подхода к анализу кинетики спекания.
35. Особенности процесса спекания с участием эвтектических добавок.
36. Спекание с участием жидкой фазы: стадии процесса, их математическое описание.
37. Залечивание изолированной поры в изотропной среде под влиянием значительных внешних давлений.
38. Понятие о коалесценции. Движущая сила процесса. Коалесценция при наличии стоков вакансий.
39. Ансамбль пор в реальном твердом теле. Термодинамическая целесообразность внутреннего и внешнего спекания.
40. Коалесценция пор в ансамбле. Стадии процесса.
41. Критический размер пор. Коалесценция за счет прямого столкновения пор.
42. Эффект расширения локализованной пористой области. Физико-химическая природа и условия возникновения эффекта.
43. Спекание двухкомпонентных смесей: конфигурационная и диффузионная составляющие усадки.
44. Усадка смешения. Положительные и отрицательные отклонения от аддитивности при спекании двухкомпонентных смесей.
45. Возможные схемы взаимодействия между твердым телом, жидкостью и газом. Схемы, относящиеся к процессу реакционного спекания. Примеры реакций.
46. Реакционное спекание. Объемный эффект реакции по Гузмону.
47. Показатели, описывающие процесс реакционного спекания.
48. Диаграммы Гузмана – Поляка. Основные выводы, из них следующие.
49. Факторы, определяющие режим обжига изделий.
50. Принципы создания ресурсоэффективных и ресурсосберегающих технологий оксидной керамики.
51. Диаграмма Иоффе-Давиденкова и следствия из нее.
52. Температура хрупко-вязкого перехода в тугоплавких соединениях. Физический смысл. Примеры.

53. Эффективная поверхностная энергия, ее составляющие.
54. Условия распространения трещин: энергетический и силовой подходы.
55. Напряжение роста трещин. Уравнение Гриффитса.
56. Эффективная поверхностная энергия. Влияние факторов.
57. Изменение эффективной поверхностной энергии с температурой. Примеры.
58. Понятие о микропластической деформации. Первое уравнение Гилмана.
59. Механизмы зарождения трещины.
60. Зарождение трещин у границ. Разориентация границ.
61. Распространение трещин. Докритическая стадия.
62. Распространение трещин. Закритическая стадия.
63. Влияние факторов на распространение трещины.
64. Взаимосвязь прочности и вида нагружения. Примеры.
65. Распространение трещины в волновом процессе. Второе уравнение Гилмана.
66. Взаимодействие трещины с порами и границами зерен.
67. Теория прочности Вейбулла – Френкеля. Функция Вейбулла, ее параметры.
68. Примеры практического применения теории Вейбулла – Френкеля.
69. Влияние температуры на прочность. «Скачки» на температурных кривых прочности. Их причины.
70. «Скачки» на температурных кривых прочности. Примеры. Объяснение.
71. Схематическая зависимость механической прочности индивидуальных соединений и твердых растворов на их основе от температуры.
72. Влияние пористости на механическую прочность. Уравнения и границы их применимости.
73. Изменение параметра решетки и размера зерна в зависимости от радиуса катиона добавки. Примеры.
74. Дефектообразование по Креггеру. Примеры.
75. Изменение прочности в области гомогенности. Примеры.
76. Общее уравнение ползучести. Влияние факторов на ползучесть.
77. Ползучесть аморфных и кристаллических тел.
78. Виды ползучести кристаллов.
79. Подобие. Изомеханические группы.
80. Карты деформации по Эшби.
81. Ползучесть Набарро.
82. Ползучесть Набарро – Херринга.
83. Диффузионная ползучесть и СГЗ.
84. Ползучесть Кобла.
85. Области ползучести Кобла и Набарро – Херринга в трехмерном пространстве.
86. Дислокационная и диффузионная ползучесть: зависимость от приложенного напряжения.
87. СГЗ: синусоидальная модель.
88. Структурная сверхпластичность.
89. Ползучесть аморфных тел: основные закономерности.
90. Дислокационная ползучесть: основные закономерности.
91. Ползучесть, вызванная термоактивируемым движением дислокаций.
92. Степенной закон ползучести. Уравнение Бейли – Орована.
93. Модель ползучести по Виртману.
94. Ползучесть Харпера – Дорна.
95. Ползучесть керамических материалов и твердых растворов.
96. Ползучесть оксидных керамических материалов на примере диоксида циркония.
97. Ползучесть оксидных керамических материалов на примере хромита лантана.
98. Ползучесть бескислородных керамических материалов на примере дисилицида молибдена.





150. Укажите все возможные точки контроля в производстве кварцевой керамики, в следующем формате: контролируемый параметр / место контроля / средство контроля / абсолютное значение и допустимая величина отклонения.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## 8.4 Структура и примеры билетов

### 8.4.1 Структура и примеры билета для зачета с оценкой (1 семестр)

Зачет с оценкой по дисциплине «Современные проблемы химической технологии керамики» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. каф. ХТКиО<br/>_____ 20__ г.<br/>Н.А. Макаров<br/>_____</p>                                                                                                                                                                                                          | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева</b>                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Кафедра Химической технологии керамики и огнеупоров</b>                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>18.04.01 Химическая технология</b>                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Магистерская программа «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
| <b>Современные проблемы химической технологии керамики</b>                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                     |
| <b>Билет к зачету с оценкой № 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                     |
| <p>1. Возможные механизмы припекания твердых тел, контактирующих «в точке».</p> <p>2. Основные положения феноменологического подхода к исследованию закономерностей спекания. Уравнение Ивенсена в дифференциальной и интегральной формах. Физический смысл констант уравнения Ивенсена.</p> |                                                                                                     |

### 8.4.2 Структура и примеры билета для зачета с оценкой (2 семестр)

Зачет с оценкой по дисциплине «Современные проблемы химической технологии керамики» проводится в 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделу 3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанному разделу.

Пример билета для зачета с оценкой:

|                                                                                                                                          |                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. каф. ХТКиО<br/>_____ 20__ г.<br/>Н.А. Макаров<br/>_____</p>                                                      | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                  |
|                                                                                                                                          | <b>Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева</b>                            |
|                                                                                                                                          | <b>Кафедра Химической технологии керамики и огнеупоров</b>                                          |
|                                                                                                                                          | <b>Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология</b>                                        |
|                                                                                                                                          | <b>Магистерская программа «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
| <b>Современные проблемы химической технологии керамики</b>                                                                               |                                                                                                     |
| <b>Билет к зачету с оценкой № 1</b>                                                                                                      |                                                                                                     |
| <p>1. Эффективная поверхностная энергия, ее составляющие.</p> <p>2. «Скачки» на температурных кривых прочности. Примеры. Объяснение.</p> |                                                                                                     |

### 8.4.3 Структура и примеры билета для экзамена (3 семестр)

Экзамен по дисциплине «Современные проблемы химической технологии керамики» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделу 4 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанному разделу.

Пример билета для экзамена

|                                                                                                              |                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>«Утверждаю»<br/>Зав. каф. ХТКиО<br/>20__ г.<br/>Н.А. Макаров</div>                                      | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                                                         |
|                                                                                                              | <b>Российский химико-технологический университет<br/>им. Д.И. Менделеева</b>                                                               |
|                                                                                                              | <b>Кафедра Химической технологии керамики и огнеупоров</b>                                                                                 |
|                                                                                                              | <b>18.04.01 Химическая технология<br/>Магистерская программа «Химическая технология<br/>высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
|                                                                                                              | <b>Современные проблемы химической технологии керамики</b>                                                                                 |
| <b>Билет к экзамену № 1</b>                                                                                  |                                                                                                                                            |
| 1. Ансамбль пор в реальном твердом теле. Термодинамическая целесообразность внутреннего и внешнего спекания. |                                                                                                                                            |
| 2. Структурная сверхпластичность.                                                                            |                                                                                                                                            |

## 9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1 Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. Физическая химия спекания: учеб. пособие / Н.А. Макаров, Д.В. Харитонов, Д.О. Лемешев. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2019. 190 с.
2. Прочность и термпрочность тугоплавких соединений: учеб. пособие / М.О. Сенина, Д.И. Вершинин, Д.О. Лемешев, Н.А. Макаров. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 134 с.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Кристаллы с дефектами. М.: Высшая школа, 1993. 352 с.
2. Оксидная керамика: спекание и ползучесть: учеб. Пособие / В.С. Бакунов, А.В. Беляков, Е.С. Лукин, У.Ш. Шаяхметов; под ред. В.С. Бакунова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 584 с.
3. Гегузин Я.Е. Живой кристалл. М.: Наука, 1981. 194 с.

#### В) Учебно-методические пособия и указания по изучению дисциплины:

1. Беляков А.В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. 80 с.
2. Власов А.С. Конструкционная керамика. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. 70 с.
3. Гузман И.Я. Реакционное спекание и его использование в технологии керамики и огнеупоров. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1996. 55 с.
4. Лукин Е.С. Теоретические основы получения и технология оптически прозрачной керамики. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1981. 36 с.
5. Скидан Б.С., Поляк Б.И. Керамические диэлектрики. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1983. 77 с.

## 9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

### Журналы:

1. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582.
2. Огнеупоры и техническая керамика. ISSN 0369-7290
3. Новые огнеупоры. ISSN 1689-4518
4. Строительные материалы. ISSN 1729-9209
5. Строительные материалы XXI века. ISSN 1729-9209.
6. Keramische Zietschrift. ISSN 0023-0561.
7. Ceramic Bulletin (Amer.Cer.Soc.). ISSN 0022-7812.
8. Ceramic Industries International. ISSN 0305-7623.
9. International Journal of Applied Ceramic Technology. ISSN (printed): 1546-542X. ISSN (electronic): 1744-7402.
10. Ceramics Technical. ISSN 1324-4175.
11. Glass and Ceramics. ISSN 0361-7610.
12. World Ceramics and Refractories. ISSN 0959-6127.
13. Ceramics Abstracts/World Ceramic Abstracts. ISSN 0883-2900.
14. Engineered Materials Abstracts, Ceramics. ISSN 0002-7812.
15. Ceramic Industries International. ISSN 0958-9899.
16. Ceramic Industry – the magazine for refractories, traditional & advanced ceramic manufacturers. ISSN 0009-0220.
17. Ceramic Engineering and Science Proceedings. ISSN 0196-6219.
18. Ceramics International. ISSN 0272-8842.

### Интернет-ресурсы:

- [www.centerprioritet.ru/](http://www.centerprioritet.ru/) – СМЦ «Приоритет» – техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> – «Нанометр» - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> – «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> – Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx/> – Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> – In Tech. Open Science
- [http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry\\_tech/silicate/](http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/) – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
- <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru/> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> – ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> – Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> – поисковая система по книгам
- <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека



### **9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы используются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

### **10 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Современные проблемы химической технологии керамики» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Лаборатория (печной зал), оснащенная высокотемпературным оборудованием для синтеза и термической обработки керамических материалов.

Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

Кафедральная библиотека с ресурсами ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева по профилю дисциплины.

Технологическое оборудование для обработки, подготовки и определения технологических свойств сырьевых материалов (шаровая мельница, лабораторная планетарная мельница, наборы сит для отсева порошков, сушильный шкаф, весы технические и аналитические, ступки для измельчения и смешивания порошков, разрывная машина).

Высокотемпературное оборудование (высокотемпературные электрические печи с карбидкремневыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима, электрическая лабораторная муфельная печь с автоматическим регулятором температуры, высокотемпературные электрические печи с хромит-лантановыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима).

### **11.2 Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

### **11.3 Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; интерактивная доска; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам керамических материалов и керамоматричных композитов; электронная картотека по фазовым

диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральная библиотека электронных изданий.

#### 11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                | Реквизиты договора поставки            | Количество лицензий                                                                                                    | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1.    | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 20 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 2     | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                                     | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 5 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 3     | Управление проектами Project expert tutorial                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 4     | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020   | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                       |
| 5     | SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers                                  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                       |
| 6     | Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024 | Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест | бессрочная                       |
| 7     | Среда разработки Delphi                                                                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 8     | Среда разработки C++ Builder                                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 9     | Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |

|     |                                                                                                                 |                                             |                                                     |            |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------|
|     | Licenses (per License)                                                                                          |                                             |                                                     |            |
| 1   | Система проектирования<br>CA ErWin Modeling Suite<br>Bundle                                                     | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная |
| 1   | OriginPro 8.1 Department<br>Wide License                                                                        | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная |
| 1   | Программа обработки<br>экспериментальных<br>данных BioOffice ultra                                              | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная |
| 1   | Программа обработки<br>экспериментальных<br>данных Chemdraw pro                                                 | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная |
| 1   | Программа обработки<br>экспериментальных<br>данных Chemdraw ultra                                               | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 1 лицензия для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная |
|     | MATLAB Academic new<br>Product Group Licenses<br>(per License)                                                  | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 3 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная |
| 16. | MATLAB Classroom<br>Suite new Product From<br>25 to 49 Concurrent<br>Licenses (per License)                     | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях | бессрочная |
| 17. | Instrument Control<br>Toolbox Classroom new<br>Product From 25 to 49<br>Concurrent Licenses (per<br>License)    | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях | бессрочная |
|     | Image Processing Toolbox<br>Classroom new Product<br>From 25 to 49 Concurrent<br>Licenses (per License)         | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях | бессрочная |
|     | Fuzzy Logic Toolbox<br>Classroom new Product<br>From 25 to 49 Concurrent<br>Licenses (per License)              | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях | бессрочная |
|     | System Identification<br>Toolbox Classroom new<br>Product From 25 to 49<br>Concurrent Licenses (per<br>License) | Контракт №<br>143-164ЭА/2010<br>от 14.12.10 | 25 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях | бессрочная |

|   |                                                                                                                      |                                        |                                               |            |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|   | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
|   | Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                             | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
|   | Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
|   | Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
|   | Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
|   | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 2 | NI Circuit Design Suite                                                                                              | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 10 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 2 | Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL                  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 13 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 2 | Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens | Контракт № 72-99ЭА/2022 от 29.08.2022  | 13 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 3 | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                                                                 | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | 24 лицензии для активации на рабочих станциях | бессрочная |

|     |                                                                                                                                                                         |                                                  |                                                      |                                                                                                                     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3   | WINHOME 10 Russian<br>OLV NL Each<br>AcademicEdition                                                                                                                    | Контракт № 28-<br>35ЭА/2020 от<br>26.05.2020     | 150 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях | бессрочная                                                                                                          |
|     | Microsoft Office Standard<br>2013                                                                                                                                       | Контракт № 62-<br>64ЭА/2013<br>от 02.12.2013     | 24 лицензии для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная                                                                                                          |
| 33. | Microsoft Office Standard<br>2019<br><br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul> | Контракт<br>№175-<br>262ЭА/2019 от<br>30.12.2019 | 150 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях | 12 месяцев<br><br>(ежегодное<br>продление<br>подписки с<br>правом перехода<br>на обновлённую<br>версию<br>продукта) |
| 34. | Kaspersky Endpoint<br>Security для бизнеса –<br>Стандартный Russian<br>Edition                                                                                          | Договор № 99-<br>155ЭА-223/2024<br>от 25.11.2024 | -                                                    | 24 месяца<br><br>(продление<br>подписки с<br>правом перехода<br>на обновлённую<br>версию<br>продукта)               |
| 3   | iSpring Suite Max                                                                                                                                                       | Договор № 99-<br>155ЭА-223/2024<br>от 25.11.2024 | 1 лицензия для<br>активации на рабочих<br>станциях   | 02.12.2025                                                                                                          |
| 3   | iSpring Suite версия 11                                                                                                                                                 | Договор № 99-<br>155ЭА-223/2024<br>от 25.11.2024 | 1 лицензия для<br>активации на рабочих<br>станциях   | 02.12.2025                                                                                                          |
| 3   | Планы Мини                                                                                                                                                              | Договор № 99-<br>155ЭА-223/2024<br>от 25.11.2024 | 1                                                    | 30.09.2025                                                                                                          |
| 38. | Astra Linux Special<br>Edition для 64-х<br>разрядной платформы на<br>базе процессорной<br>архитектуры x86-64                                                            | Контракт<br>№189-<br>240ЭА/2023 от<br>15.01.2024 | 60 лицензий для<br>активации на рабочих<br>станциях  | бессрочная                                                                                                          |
| 39. | COMSOL Multiphysics,<br>Лицензия на учебный<br>класс (CKL)                                                                                                              | Контракт №<br>109-132ЭА/2023<br>от 22.09.2023    | 1                                                    | бессрочная                                                                                                          |
| 40. | COMSOL Multiphysics,<br>Плавающая сетевая<br>лицензия (FNL)                                                                                                             | Контракт №<br>109-132ЭА/2023<br>от 22.09.2023    | 1                                                    | бессрочная                                                                                                          |

|     |                     |                                       |   |            |
|-----|---------------------|---------------------------------------|---|------------|
| 41. | Антиплагиат.ВУЗ 5.0 | Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025 | 1 | 19.05.2026 |
|-----|---------------------|---------------------------------------|---|------------|

## 12 ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                               | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Формы и методы контроля и оценки                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1.</b> Введение.</p> <p><b>Раздел 2.</b> Физическая химия спекания</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы прогнозирования работоспособности материала в заданных условиях эксплуатации;</li> <li>- современные методы исследования закономерностей спекания керамических материалов, заготовок и деталей, методы высокотемпературного упрочнения керамики;</li> <li>- современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- условия использования данных, содержащихся в научных публикациях;</li> <li>- методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- современные методы управления составом, структурой и свойствами керамических материалов;</li> <li>- возможности традиционных и современных технологий спекания и упрочнения, а также области их применения.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать закономерности, отражающие зависимости физико-механических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов термической обработки;</li> <li>- проводить анализ научно-технической литературы в области</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (1 семестр)</p> <p>Оценка за контрольную работу №2 (1 семестр)</p> <p>Оценка за контрольную работу №3 (1 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (1 семестр)</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>современных и перспективных видов высокотемпературных функциональных материалов и их технологий;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- собирать данные для составления обзора по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- рассчитывать кинетические закономерности процессов высокотемпературного упрочнения (спекания) керамических материалов;</li> <li>- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых высокотемпературных функциональных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>- применять теоретические знания по современным и перспективным видам высокотемпературных функциональных материалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения высокотемпературных функциональных материалов;</li> <li>- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии высокотемпературных функциональных материалов, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;</li> <li>- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических</li> </ul> |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|



|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    | задач в области высокотемпературных функциональных материалов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Раздел 3. Термопрочность и крип материалов на основе тугоплавких соединений</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы прогнозирования работоспособности материала в заданных условиях эксплуатации;</li> <li>- современные методы исследования закономерностей спекания керамических материалов, заготовок и деталей, методы высокотемпературного упрочнения керамики;</li> <li>- современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- условия использования данных, содержащихся в научных публикациях;</li> <li>- методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- современные методы управления составом, структурой и свойствами керамических материалов;</li> <li>- возможности традиционных и современных технологий спекания и упрочнения, а также области их применения.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать закономерности, отражающие зависимости физико-механических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов термической обработки;</li> <li>- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов высокотемпературных функциональных материалов и их технологий;</li> <li>- собирать данные для составления обзора по материаловедению и технологии современных и</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр)</p> <p>Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)</p> <p>Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (2 семестр)</p> |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                                                                    | <p>перспективных материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать кинетические закономерности процессов высокотемпературного упрочнения (спекания) керамических материалов;</li> <li>- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых высокотемпературных функциональных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>- применять теоретические знания по современным и перспективным видам высокотемпературных функциональных материалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения высокотемпературных функциональных материалов;</li> <li>- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии высокотемпературных функциональных материалов, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;</li> <li>- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области высокотемпературных функциональных материалов.</li> </ul> |                                                    |
| <p><b>Раздел 4.</b> Технологии современных и перспективных высокотемпературных</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы прогнозирования работоспособности материала в заданных условиях эксплуатации;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр)</p> |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                            |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>функциональных материалов</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы исследования закономерностей спекания керамических материалов, заготовок и деталей, методы высокотемпературного упрочнения керамики;</li> <li>- современные базы данных научных публикаций в России и за рубежом по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- условия использования данных, содержащихся в научных публикациях;</li> <li>- методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критику по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- современные методы управления составом, структурой и свойствами керамических материалов;</li> <li>- возможности традиционных и современных технологий спекания и упрочнения, а также области их применения.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать закономерности, отражающие зависимости физико-механических свойств современных материалов от химического состава, структурного состояния и видов термической обработки;</li> <li>- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов высокотемпературных функциональных материалов и их технологий;</li> <li>- собирать данные для составления обзора по материаловедению и технологии современных и перспективных материалов;</li> <li>- рассчитывать кинетические закономерности процессов высокотемпературного упрочнения (спекания) керамических материалов;</li> <li>- формулировать требования к</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр)</p> <p>Оценка за контрольную работу №3 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p> |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>материалам и определять эффективные пути создания новых высокотемпературных функциональных материалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</p> <p>- применять теоретические знания по современным и перспективным видам высокотемпературных функциональных материалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения высокотемпературных функциональных материалов;</p> <p>- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии высокотемпературных функциональных материалов, обеспечивающих обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;</p> <p>- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области высокотемпературных функциональных материалов.</p> |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### **13 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Современные проблемы химической технологии керамики»**  
 основной образовательной программы  
**18.04.01 Химическая технология**  
**магистерская программа**  
**«Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»**

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
| 3.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
| 4.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Современные проблемы химической технологии стекла»**

**Направление подготовки  
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа  
«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена

к.т.н., доцент, кафедра химической технологии стекла и ситаллов, Ю. А. Спиридонов,  
к.т.н., кафедра химической технологии стекла и ситаллов, В. И. Савинков,  
к.т.н., кафедра химической технологии стекла и ситаллов, Е. В. Лопатиной.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
химической технологии стекла и ситаллов

---

«26» мая 2025 г., протокол №7.



## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1, 2 и 3 семестров.

Дисциплина «Современные проблемы химической технологии стекла» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в том числе в области физикохимии и технологии стекла и материалов на его основе.

**Цель дисциплины** – состоит в приобретении обучающимися знаний, умений, владений и в формировании компетенций в области ресурсо- и энергосбережения, управления качеством продукции, сертификации и стандартизации в стекольной технологии.

**Задачи дисциплины** – формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области химической технологии стекла; понимания концепции и перспективных направлений интенсификации и повышения эффективности производства стеклоизделий; представлений о современных подходах к оценке технологии и качества стеклопродукции, принципах и особенностях технического регулирования методов получения, характеристиками и областью использования стекла и изделий из стекла, принципах стандартизации, сертификации продукции из стекла и обеспечения ее безопасной эксплуатации

Дисциплина «Современные проблемы химической технологии стекла» преподается в 1, 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                  | Объект или область знания                                                                                                                                            | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                                | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                                               | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>                                                                                                               |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                                         | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н).<br>Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      | ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ</p> | <p>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741 и).<br/>Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства<br/>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н).<br/>Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства</p> |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                              | листового стекла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов и изделий из них | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов<br>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). |
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратурное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p> | <p>Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н). Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла</p> |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Знать:*

- сущность проблем ресурсо- и энергосбережения в стекольной технологии, научно-технические подходы и пути их решения;
- пути повышения качества стекольной продукции и мероприятия по их реализации в стекольной технологии;
- методологические основы контроля, стандартизации и сертификации, управления качеством стекольной продукции;

*Уметь:*

- формулировать требования к технико-экономическим показателям производства стекольной продукции и определять эффективные пути их достижения;
- проводить оценку качества стекла и стеклоизделий;
- применять современные научно-технические достижения для решения проблем стекольной технологии.

*Владеть:*

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области стекольной технологии;
- методологическими подходами к решению проблем ресурсо- и энергосбережения в стекольной технологии;
- способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области ресурсо- и энергосбережения, управления качеством продукции, сертификации и стандартизации в стекольной технологии.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Всего       |           | Семестр                |           |                        |           |                |           |
|----------------------------------------------------|-------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|----------------|-----------|
|                                                    |             |           | 1 семестр              |           | 2 семестр              |           | 3 семестр      |           |
|                                                    | ЗЕ          | Акад. ч.  | ЗЕ                     | Акад. ч.  | ЗЕ                     | Акад. ч.  | ЗЕ             | Акад. ч.  |
| Общая трудоемкость дисциплины                      | 6           | 216       | 2                      | 72        | 2                      | 72        | 2              | 72        |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>2,36</b> | <b>85</b> | <b>0,94</b>            | <b>34</b> | <b>0,94</b>            | <b>34</b> | <b>0,47</b>    | <b>17</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>1,86</b> | <b>67</b> | <b>0,69</b>            | <b>25</b> | <b>0,69</b>            | <b>25</b> | <b>0,48</b>    | <b>17</b> |
| Лекции                                             | 0,5         | 18        | 0,25                   | 9         | 0,25                   | 9         | -              | -         |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 1,86        | 67        | 0,69                   | 25        | 0,69                   | 25        | 0,48           | 17        |
| в том числе в форме практической подготовки        | 1,86        | 67        | 0,69                   | 25        | 0,69                   | 25        | 0,48           | 17        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,65</b> | <b>95</b> | <b>1,06</b>            | <b>38</b> | <b>1,06</b>            | <b>38</b> | <b>0,53</b>    | <b>19</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 2,15        | 77        | 0,56                   | 20        | 1,06                   | 38        | 0,53           | 19        |
| Реферат                                            | 0,5         | 18        | 0,5                    | 18        | -                      | -         | -              | -         |
| <b>Виды контроля:</b>                              |             |           |                        |           |                        |           |                |           |
| <b>Зачет с оценкой</b>                             |             |           | +                      | +         | +                      | +         | -              | -         |
| <b>Экзамен</b>                                     | <b>1</b>    | <b>36</b> | -                      | -         | -                      | -         | <b>1</b>       | <b>36</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       | 1           | 0,4       | -                      | -         | -                      | -         | 1              | 0,4       |
| Подготовка к экзамену                              |             | 35,6      |                        | -         |                        | -         |                | 35,6      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     |             |           | <b>Зачет с оценкой</b> |           | <b>Зачет с оценкой</b> |           | <b>Экзамен</b> |           |

| Вид учебной работы | Всего | Семестр |
|--------------------|-------|---------|
|--------------------|-------|---------|

|                                                    |             |              | 1 семестр              |              | 2 семестр              |              | 3 семестр      |              |
|----------------------------------------------------|-------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|----------------|--------------|
|                                                    | ЗЕ          | Астр.<br>ч.  | ЗЕ                     | Астр.<br>ч.  | ЗЕ                     | Астр.<br>ч.  | ЗЕ             | Астр.<br>ч.  |
| Общая трудоемкость дисциплины                      | <b>6</b>    | <b>162</b>   | <b>2</b>               | <b>54</b>    | <b>2</b>               | <b>54</b>    | <b>2</b>       | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>2,36</b> | <b>63,75</b> | <b>0,94</b>            | <b>25,5</b>  | <b>0,94</b>            | <b>25,5</b>  | <b>0,47</b>    | <b>12,75</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>1,86</b> | <b>50,25</b> | <b>0,69</b>            | <b>18,75</b> | <b>0,69</b>            | <b>18,75</b> | <b>0,48</b>    | <b>12,75</b> |
| Лекции                                             | 0,5         | 13,5         | 0,25                   | 6,75         | 0,25                   | 6,75         | -              | -            |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 1,86        | 50,25        | 0,69                   | 18,75        | 0,69                   | 18,75        | 0,48           | 12,75        |
| в том числе в форме практической подготовки        | 1,86        | 50,25        | 0,69                   | 18,75        | 0,69                   | 18,75        | 0,48           | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,65</b> | <b>71,25</b> | <b>1,06</b>            | <b>28,5</b>  | <b>1,06</b>            | <b>28,5</b>  | <b>0,53</b>    | <b>14,25</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 2,15        | 57,75        | 0,56                   | 15           | 1,06                   | 28,5         | 0,53           | 14,25        |
| Реферат                                            | 0,5         | 13,5         | 0,5                    | 13,5         | -                      | -            | -              | -            |
| <b>Виды контроля:</b>                              |             |              |                        |              |                        |              |                |              |
| <i>Зачет с оценкой</i>                             |             |              | +                      | +            | +                      | +            | -              | -            |
| <b>Экзамен</b>                                     | <b>1</b>    | <b>27</b>    | -                      | -            | -                      | -            | <b>1</b>       | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       | 1           | 0,           | -                      | -            | -                      | -            | 1              | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                              |             | 26,7         |                        | -            |                        | -            |                | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     |             |              | <b>Зачет с оценкой</b> |              | <b>Зачет с оценкой</b> |              | <b>Экзамен</b> |              |

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                                                                                             | Академ. часов |                                |          |               |                                |                |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|----------|---------------|--------------------------------|----------------|
|          |                                                                                                                               | Всего         | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Лекции   | Прак.<br>зан. | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Сам.<br>работа |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Ресурсо- и энергосбережение в стекольной технологии</b>                                                          | <b>72</b>     | <b>25</b>                      | <b>9</b> | <b>25</b>     | <b>25</b>                      | <b>38</b>      |
| 1.1      | Мировые тенденции развития технологии стекла и его промышленного производства на современном этапе. Химический состав стекол. | 18            | 7                              | 2        | 7             | 7                              | 10             |
| 1.2      | Новые методы подготовки стекольных шихт как одно из направлений интенсификации стекловарения                                  | 6             | 2                              | 1        | 2             | 2                              | 4              |
| 1.3      | Гидродинамические методы интенсификации стекловарения.                                                                        | 6             | 2                              | 1        | 2             | 2                              | 4              |
| 1.4      | Энергосбережение в стекольной технологии                                                                                      | 18            | 6                              | 2        | 6             | 6                              | 8              |
| 1.5      | Окислительно-восстановительные процессы в стекловарении                                                                       | 18            | 6                              | 2        | 6             | 6                              | 4              |
| 1.6      | Огнеупорные и теплоизоляционные материалы для стекловаренных печей                                                            | 6             | 2                              | 1        | 2             | 2                              | 8              |
| <b>2</b> | <b>Раздел 2. Управление качеством стеклопродукции</b>                                                                         | <b>72</b>     | <b>25</b>                      | <b>9</b> | <b>25</b>     | <b>25</b>                      | <b>38</b>      |
| 2.1      | Проблемы качества стеклоизделий и факторы, определяющие получения бездефектных изделий                                        | 17            | 6                              | 2        | 6             | 6                              | 9              |
| 2.2      | Контроль сырьевых материалов, поступающих на стекольные предприятия                                                           | 17            | 6                              | 2        | 6             | 6                              | 9              |
| 2.3      | Технологический контроль работы современной стекловаренной печи.                                                              | 17            | 6                              | 2        | 6             | 6                              | 9              |
| 2.4      | Организация технологических процессов получения качественных штучных изделий из стекла                                        | 21            | 7                              | 3        | 7             | 7                              | 11             |
| <b>3</b> | <b>Раздел 3. Стандартизация и сертификация в технологии стекла</b>                                                            | <b>36</b>     | <b>17</b>                      |          | <b>17</b>     | <b>17</b>                      | <b>19</b>      |
| 3.1      | Понятие стандартизации, стандарта и технического регламента                                                                   | 9             | 4                              |          | 4             | 4                              | 5              |
| 3.2      | Международные и национальные стандарты                                                                                        | 2             | 1                              |          | 1             | 1                              | 1              |
| 3.3      | Стандартизация в производстве листового стекла и стеклянной тары                                                              | 4             | 2                              |          | 2             | 2                              | 2              |
| 3.4      | Технические требования. Методы контроля и условия эксплуатации                                                                | 7             | 3                              |          | 3             | 3                              | 4              |
| 3.5      | Требования в сфере охраны окружающей среды                                                                                    | 4             | 2                              |          | 2             | 2                              | 2              |
| 3.6      | Сертификация продукции                                                                                                        | 5             | 3                              |          | 3             | 3                              | 2              |



|     |                                                                     |            |           |           |           |           |           |
|-----|---------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 3.7 | Экспертное заключение и свидетельство о государственной регистрации | 5          | 2         |           | 2         | 2         | 3         |
|     | <b>ИТОГО</b>                                                        | <b>180</b> | <b>67</b> | <b>18</b> | <b>67</b> | <b>67</b> | <b>95</b> |
|     | <b>Экзамен</b>                                                      | <b>36</b>  |           |           |           |           |           |
|     | <b>ИТОГО</b>                                                        | <b>216</b> |           |           |           |           |           |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Ресурсо- и энергосбережение в стекольной технологии**

1.1. Мировые тенденции развития технологии стекла и его промышленного производства на современном этапе.

Проблемы ресурсосбережения в стекольной технологии, пути их решения, реализация ресурсосберегающих мероприятий в условиях стекольного производства.

Применение стеклобоя в стекловарении, предъявляемые к нему требования. Технологическая схема подготовки стеклобоя для стекловарения. Химический состав листовых «флоат»- стекол, тарного стекла, оптических и специальных стекол и стеклокристаллических материалов. Корректировка состава и особенности варки стекла при использовании повышенного содержания стеклобоя. Эффективность применения стеклобоя в стекловарении.

1.2. Новые методы подготовки стекольных шихт как одно из направлений интенсификации стекловарения.

Принципы и методы компактирования шихты - грануляции, экструзии, прессования. Экологические аспекты и технологическая эффективность применения гранулированной шихты в стекловарении.

Гидротермальная подготовка стекольной шихты. Принципы и технологическая схема получения гидротермальной шихты (ГТШ). Экономическая эффективность и области применения ГТШ в стекольной промышленности. Каустификация стекольной шихты.

Механохимическая активация компонентов стекольных шихт. Влияние механоактивации тугоплавких компонентов стекольной шихты на их реакционную способность. Особенности подготовки стекольной шихты и стекловарения шихт на основе механоактивированных компонентов.

1.3. Гидродинамические методы интенсификации стекловарения.

Особенности тепло- и массообмена в стекловаренных печах, оснащенных системами бурления и принудительного перемешивания стекломассы. Схемы расположения устройств принудительной гомогенизации на печах различной конструкции.

1.4. Энергосбережение в стекольной технологии.

Теплопередача в стекле. Природа и механизм различных видов теплопередачи в стекле и стекольном расплаве, влияние состава стекла и температуры. Роль теплопередачи в технологии стекла и при эксплуатации стеклоизделий.

Оптимизация сжигания топлива и интенсификация теплопередачи в стекловаренных печах. Применение кислородного дутья для повышения эффективности сжигания топлива. Рациональная организация нагрева и конвекции стекломассы.

Дополнительный электроподогрев (ДЭП) в газопламенных стекловаренных печах. Тепловой режим и особенности конвекции стекломассы в стекловаренных печах с ДЭП. Применение ДЭП на печах для производства различных типов стекол. Техно-экономические показатели работы стекловаренных печей, оснащенных ДЭП.

Теоретические основы и практическая реализация электроварки стекла. Электропроводность стекольных расплавов и саморегулирующая способность стекломассы разного химического состава. Типовые конструкции стекловаренных электропечей и технологические особенности электроварки стекла. Техно-экономические показатели и экологическая безопасность электропечей. Сравнительная характеристика газопламенных и электрических стекловаренных печей.

1.5. Окислительно-восстановительные процессы в стекловарении.

Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) стекольных шихт и стекольных расплавов, методы его расчета и определения. Влияние ОВП на технологию стекловарения и качество стекольной продукции. Методы корректировки ОВП.

1.6. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы для стекловаренных печей.

Классификация, химический и минералогический состав, структура, ведущие

свойства, особенности применения. Рациональная раскладка огнеупоров и тепловой изоляции в стекловаренных печах. Технико-экономическая эффективность тепловой изоляции стекловаренных печей.

## **Раздел 2. Управление качеством стеклопродукции**

2.1. Проблемы качества стеклоизделий и факторы, определяющие получения бездефектных изделий.

Виды пороков стекла. Классификация, причины возникновения и способы устранения кристаллических, аморфных и газовых включений в стекле.

2.2. Контроль сырьевых материалов, поступающих на стекольные предприятия.

Способы организации их выгрузки, обработки и хранения, обеспечивающие высокую технологичность, бесперебойность и минимизацию их потерь при использовании.

Проблемы получения однородной шихты для стекловарения. Оборудование для подготовки шихты и организация его работы. Контроль качества приготовленной шихты.

2.3. Технологический контроль работы современной стекловаренной печи.

Контролирующие приборы и устройства. Устройство и особенности функционирования приборов, необходимых для поддержания заданных технологических параметров стекловарения.

Системы автоматического регулирования и поддержания оптимальных параметров работы высокопроизводительных стекловаренных печей непрерывного действия, особенности их функционирования.

2.4. Организация технологических процессов получения качественного листового стекла. Контроль процессов формования, отжига и раскроя листового стекла, применяемое оборудование и особенности его функционирования. Характерные пороки, диагностируемые у современного листового стекла, и способы борьбы с ними.

2.5. Организация технологических процессов получения качественных штучных изделий из стекла.

Современное оборудование и особенности его настройки, функционирования и контроля для обеспечения бесперебойного производства качественной стекольной продукции. Контроль технологических параметров процессов выработки, формования и отжига стеклоизделий, их эксплуатационных характеристик.

## **Раздел 3. Стандартизация и сертификация в технологии стекла**

3.1. Понятие метрологии, стандартизации, стандарта и технического регламента.

Цели стандартизации. Федеральные законы о техническом регулировании и принципы технического регулирования. Проблемы стандартизации и сертификации в стекольной промышленности.

3.2. Международные и национальные стандарты

Организация и структура ИСО и других международных организаций по стандартизации. Технический комитет по стандартизации ТК «Стекло». Классы стеклопродукции в соответствии с Общероссийским Классификатором продукции (ОКП).

Организация стандартизации в США, Европе, Международных союзах – Таможенный союз, ЕЭС и пр.

3.3. Стандартизация в производстве листового стекла и стеклянной тары.

Определения и нормативные ссылки. Технический регламент Таможенного Союза. Действующие Технические регламенты в России. Процедура разработки и принятия технических регламентов. Классификация и ассортимент продукции.

3.4. Виды стандартов – ГОСТ, ОСТ, ТУ, ТИ, СТР, СТП и пр. Процедура разработки и принятия стандартов, области влияния и использования. Примеры стандартов на стекло и стеклопродукцию.

3.4. Требования Технического регламента "Безопасность стеклянной тары"

Контроль качества изделий. Маркировка и упаковка продукции. Требования к

безопасности, механической и термической прочности стеклянной тары и листового стекла. Оценка соответствия.

3.5. Требования в сфере охраны окружающей среды. Утилизация стекольного боя.

3.6. Сертификация продукции. Цели, методы, процедура и предмет сертификации. Законодательное регулирование сертификацией. Виды сертификатов и знаков сертификации.

Обязательная и добровольная сертификации продукции, товаросопроводительные документы. Стекольная продукция, подлежащая обязательной сертификации. Органы по сертификации продукции. Оценка и подтверждение соответствия.

3.7. Понятие качества продукции, развитие систем и методов управления качеством в России. США и странах ЕС. Понятие Системы менеджмента качества (СМК), сертификат ИСО9000, принципы и правила СМК, особенности применения СМК в разных странах.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                      | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|    | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                      |             |             |             |
| 1  | – сущность проблем ресурсо- и энергосбережения в стекольной технологии, научно-технические подходы и пути их решения;                                                                               |                                                                                                                                                      | +           |             |             |
| 2  | – пути повышения качества стекольной продукции и мероприятия по их реализации в стекольной технологии;                                                                                              |                                                                                                                                                      |             | +           |             |
| 3  | – методологические основы контроля, стандартизации и сертификации, управления качеством стекольной продукции.                                                                                       |                                                                                                                                                      |             |             | +           |
|    | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                      |             |             |             |
| 4  | – формулировать требования к технико-экономическим показателям производства стекольной продукции и определять эффективные пути их достижения;                                                       |                                                                                                                                                      | +           |             | +           |
| 5  | – проводить оценку качества стекла и стеклоизделий;                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                      |             | +           |             |
| 6  | – применять современные научно-технические достижения для решения проблем стекольной технологии.                                                                                                    |                                                                                                                                                      | +           | +           | +           |
|    | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                      |             |             |             |
| 7  | – способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области стекольной технологии;                                                                                      |                                                                                                                                                      | +           | +           | +           |
| 8  | – методологическими подходами к решению проблем ресурсо- и энергосбережения в стекольной технологии;                                                                                                |                                                                                                                                                      |             | +           |             |
| 9  | – способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области ресурсо- и энергосбережения, управления качеством продукции, сертификации и стандартизации в стекольной технологии. |                                                                                                                                                      | +           | +           | +           |
|    | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b>                                                                |                                                                                                                                                      |             |             |             |
|    | <b>Код и наименование ПК</b>                                                                                                                                                                        | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>                                                                                                   |             |             |             |
| 10 | ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих                                                                         | – ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ, | +           | +           | +           |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
|    | <p>высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств</p>                                                                                                                                          | <p>– ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ,</p> <p>– ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ</p>                                                                                                            |   |   |   |
| 11 | <p>ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них</p> | <p>– ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ,</p> <p>– ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ,</p> <p>– ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p> | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 67 акад. ч. (25 акад. ч в 1 сем., раздел 1; 25 ч во 2 сем., раздел 2, 17 ч во 3 сем., раздел 3)

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                            | Часы |
|-------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | 1                    | Расчет экономии сырьевых материалов при варке стекла с повышенным содержанием стеклобоя.                             | 3    |
| 2     | 1                    | Расчет энергетической эффективности варки стекла в присутствии стеклобоя.                                            | 3    |
| 3     | 1                    | Расчет снижения выбросов шихтных газов при варке стекла с повышенным содержанием стеклобоя.                          | 3    |
| 4     | 1                    | Технологические схемы подготовки стеклобоя для стекловарения.                                                        | 3    |
| 5     | 1                    | Технологические схемы загрузки шихты и стеклобоя в стекловаренные печи.                                              | 3    |
| 6     | 1                    | Расчет окислительно-восстановительного потенциала (углеродного числа) стекольной шихты.                              | 3    |
| 7     | 1                    | Расчет химической потребности кислорода (ХПК) стекольной шихты.                                                      | 3    |
| 8     | 1                    | Раскладка огнеупоров в стекловаренных печах. Подбор сырьевых материалов и расчет шихты для заданного состава стекла. | 4    |
| 9     | 2                    | Методы контроля сырьевых материалов и стекольной шихты.                                                              | 2    |
| 10    | 2                    | Виды и диагностика пороков стекломассы.                                                                              | 3    |
| 11    | 2                    | Виды и диагностика пороков отжига стеклоизделий.                                                                     | 3    |
| 12    | 2                    | Расчет параметров газовых включений в процессе осветления стекломассы.                                               | 3    |
| 13    | 2                    | Виды и диагностика пороков формования листового стекла.                                                              | 3    |
| 14    | 2                    | Контроль процесса резки листового стекла по величине отклонения геометрических размеров листа.                       | 2    |
| 15    | 2                    | Методы «on-line» контроля производства флоат-стекла.                                                                 | 2    |
| 16    | 2                    | Виды и диагностика пороков формования стеклянной тары.                                                               | 3    |
| 17    | 2                    | Методы «on-line» контроля производства тарного стекла.                                                               | 2    |
| 18    | 2                    | Инспекционные машины для контроля качества стеклянной тары.                                                          | 2    |
| 19    | 3                    | Лабораторные испытания для сертификации разных видов стеклоизделий                                                   | 5    |
| 20    | 3                    | Сертификация листового полированного стекла.                                                                         | 4    |
| 21    | 3                    | Сертификация стеклопакетов.                                                                                          | 4    |
| 22    | 3                    | Сертификация тарного стекла.                                                                                         | 4    |

## **6.2 Лабораторные занятия**

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Рабочей программой дисциплины «Современные проблемы химической технологии стекла» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 95 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и выполнение домашних индивидуальных заданий в объеме 63 час., выполнение расчетной работы по курсу в объеме 18 час., подготовка реферата по курсу в объеме 9 час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение расчетной работы по тематике курса;
- подготовку реферата по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- выполнение индивидуальных заданий;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачетов и экзамена по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Примерная тематика расчетной работы (раздел 1, 1 семестр)**

Расчетная работа по дисциплине выполняется в 1 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка расчетной работы – 30 баллов.

Тематика расчетной работы:

«Ресурсо- и энергосбережение при использовании стеклобоя в стекловарении» применительно к различным видам стекол и стеклоизделий.

В работе предусмотрены следующие разделы: подбор состава стекла для производства заданного вида стеклоизделий; подбор сырьевых материалов и расчет шихты для производства стеклоизделий; выбор и описание стекловаренной печи; расчет потребности в сырьевых материалах в соответствии с выбранной производительностью печи; расчет экономии сырьевых материалов при использовании стеклобоя; расчет снижения количества вредных выбросов при использовании стеклобоя, расчет экономии энергетических ресурсов при использовании стеклобоя.



## **8.2. Примерная тематика реферативно-аналитической работы**

Реферат по курсу выполняется в 1 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата – 30 баллов.

### **Примерная тематика реферата:**

1. Гранулирование стекольной шихты и опыт ее практического применения в стекловарении.
2. Модифицированные стекольные шихты и опыт их практического использования в стекловарении.
3. Системы предварительного подогрева стекольной шихты и стеклобоя.
4. Технология загрузки шихты и боя в стекловаренную печь и конструктивные особенности современных загрузчиков.
5. Современные конструкции горелочных устройств стекловаренной печи.
6. Современные конструкции регенераторов и насадок стекловаренных печей.
7. Системы бурления стекломассы в стекловаренных печах.
8. Системы принудительного перемешивания стекломассы в стекловаренных печах.
9. Системы испарительного охлаждения стекловаренных печей.
10. Системы дренажа стекломассы в варочной части стекловаренной печи (на примере системы «Conti Drain» фирмы «Sorg»).
11. Конструкции и применение систем кондиционирования стекломассы в стекловаренных печах (диприфайнер «Deep Refiner»).
12. Стекловаренные печи с кислородным дутьем.
13. Конструкции электродов для стекловаренных печей и системы их установки в варочном бассейне печи.
14. Лазерная резка стекла.
15. Контроль процесса коррозии и остаточной толщины огнеупорной футеровки бассейна стекловаренной печи.
16. Современные конструкции насадок регенераторов и применяемые для их изготовления огнеупоры.
17. Прямое измерение ОВП стекольных расплавов с применением кислородных датчиков.
18. Технология и конструктивное оформление метода горячей наплавки огнеупоров в стекловаренных печах.
19. Загрязняющие газообразные выбросы стекловаренных печей и мероприятия по их сокращению.
20. «On-line» - системы контроля толщины ленты флоат-стекла.

## **8.3. Примерная тематика индивидуальных заданий (разделы 2, 3)**

Текущий контроль освоения материала разделов 2 и 3 проводится в форме контроля работы студента на практических занятиях и выполнения им индивидуального задания.

Работа на практических занятиях оценивается исходя из уровня подготовки студента к занятию (самостоятельная проработка тематики лекционных занятий) и активности работы студента на занятии. Максимальная оценка работы студента на практических занятиях составляет 30 баллов.

Индивидуальное задание выполняется во время, выделенное на самостоятельную работу по курсу. Выполненное задание представляется в форме отчета и, по желанию, в форме электронной презентации и оценивается по рейтинговой системе. Максимальная оценка составляет 30 баллов.

### **Примерная тематика индивидуальных заданий**

1. Виды пороков стекла и методы их диагностики.
2. Факторы, определяющие получение бездефектной стекломассы.
3. Кристаллические пороки стекломассы – виды, происхождение, методы предотвращения.
4. Стекловидные пороки стекломассы – виды, происхождение, методы предотвращения.
5. Газообразные пороки стекломассы – виды, происхождение, методы предотвращения.
6. Виды и методы входного контроля сырьевых материалов, поступающих на стекольные заводы.
7. Виды и методы контроля стекольной шихты на стекольных заводах.
8. Современные методы контроля температурного режима стекловаренной печи.
9. Современные методы контроля газовой атмосферы стекловаренной печи.
10. Современные приборы для контроля уровня стекломассы в стекловаренной печи – принципы работы, конструктивные особенности.
11. Автоматизированные методы «on-line»-контроля толщины ленты стекла при его производстве методом флоат-процесса.
12. Современные инспекционные машины для контроля качества стеклянной тары.
13. Система стандартизации строительного стекла и изделий из него в Российской Федерации.
14. Российские и международные стандарты, регламентирующие качество строительного листового стекла.
15. Международные и государственные стандарты на изделия из строительного стекла, входящие в Общероссийский Классификатор Продукции (ОКП – класс 59).
16. ISO – Международная организация по стандартизации – цели, задачи, особенности функционирования.
17. Системы международных стандартов ISO, DIN, ASTM, API.
18. Стандарты ISO/TC 63 на стеклянную тару.
19. Развитие системы стандартизации стеклянной тары.
20. Технические требования, предъявляемые к стеклянной таре для пищевых продуктов, регламентируемые Техническим регламентом.
21. Цели стандартизации и принципы технического регулирования в производстве стеклянной тары.
22. Обязательная и добровольная сертификация стекольной продукции в РФ.
23. Стандартизация в сфере охраны окружающей среды и утилизации стекольного боя.

#### **8.4. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой, 2 семестр – зачет с оценкой, 3 семестр - экзамен)**

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов, за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, 2 вопрос – 20 баллов.

##### **8.4.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой)**

**Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов**

1. Классификация и методы подготовки стекольных шихт. Гранулированная шихта; технологическая, экономическая и экологическая эффективность ее применения в стекловарении.
2. Нетрадиционные методы подготовки стекольных шихт. Гидротермальная и каустифицированная шихты - принципы и технологические схемы подготовки, преимущества, области применения в стеклоделии.

3. Применение стеклобоя как один из путей ресурсо- и энергосбережения в стекловарении. Преимущества и проблемы использования повышенного содержания стеклобоя, особенности корректировки рецептуры шихты.
4. Роль стеклобоя в стекловарении. Требования, предъявляемые к стеклобою, показатели его качества, классификация загрязнений. Технологическая и экономическая эффективность применения стеклобоя в стекловарении.
5. Теплопередача в стекле. Виды теплопередачи, их краткая характеристика, роль в технологии стела и при эксплуатации стеклоизделий.
6. Кондуктивная теплопроводность как один из видов теплопередачи в стекле. Природа и механизм кондуктивной проводимости. Теплопроводность стекла и ее роль в технологии и при эксплуатации стеклоизделий.
7. Радиационная проводимость (тепловое излучение) как один из видов теплопередачи в стекле. Природа и механизм радиационной проводимости, зависимость от температуры. Радиационная проводимость стекол, ее связь с коэффициентом поглощения, роль в технологии бесцветных и окрашенных стекол.
8. Термические методы интенсификации стекловарения, их классификация и краткая характеристика. Оптимизация горения газообразного топлива и технические мероприятия, направленные на повышение теплоотдачи факела в стекловаренных печах.
9. Дополнительный электроподогрев стекломассы (ДЭП) – назначение, принципы расположения систем ДЭП в печах, области применения в стекловарении. Материалы и конструктивные особенности электродов.
10. Принципы электрической варки стекол. Типовые конструкции стекловаренных электропечей, технологические особенности стекловарения. Преимущества и недостатки, области применения электроварки.
11. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) стекольного расплава. Факторы, определяющие ОВП стекла, пути его регулирования. Влияние ОВП на качество стеклоизделий.
12. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) стекольного расплава. Индикаторы и количественные показатели ОВП. Расчетные и экспериментальные методы определения ОВП.
13. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) стекольного расплава и его роль в стекловарении на примере железосодержащих стекол (теплопрозрачность стекломассы, качество и спектральные характеристики стекла).
14. Огнеупоры для стекловаренных печей. Классификация, составы, ведущие свойства огнеупоров различных типов. Принципы раскладки огнеупоров в стекловаренных печах.
15. Тепловая изоляция стекловаренных печей. Характеристика теплоизоляционных материалов и их рациональная раскладка в стекловаренных печах. Эффективность использования тепловой изоляции печей в стекловарении.
16. В чем заключаются технологические преимущества гранулированной стекольной шихты по сравнению с традиционной сыпучей?
17. В чем заключаются технологические преимущества гидротермальной стекольной шихты (ГТШ) по сравнению с традиционной сыпучей?
18. С какой целью при варке стекла используют стекольный бой?
19. Какие проблемы возникают при варке стекла с повышенным содержанием стеклобоя и как их избежать?
20. В чем заключаются преимущества и затруднения стекловарения в присутствии стекольного боя?
21. Какие виды теплопередачи характерны для стекольных расплавов, для стекла в твердом состоянии?
22. Сравните теплопроводность материалов различной природы (металлы, керамика,

- стекло) и дайте соответствующие пояснения.
23. Почему пеностекло плохо проводит тепло?
  24. Сравните радиационную проводимость бесцветных и окрашенных стекольных расплавов и дайте соответствующие пояснения.
  25. С какой целью устанавливают систему дополнительного электроподогрева (ДЭП) в зоне квель-пункта стекловаренной печи, в зоне шихты стекловаренной печи?
  26. Поясните понятие «саморазрегулирующей» способности электрической стекловаренной печи и ее роль при электроварке стекла.
  27. Как влияет химический состав стекла на возможность его варки в электрической стекловаренной печи?
  28. Поясните связь цветности стекла с окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП) стекломассы.
  29. Каким образом и почему изменение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) стекломассы влияет на процесс стекловарения?
  30. Какие огнеупорные материалы применяют для футеровки различных элементов стекловаренной печи (свод, бассейн, горелки, насадка регенераторов и др.)? Ответ поясните.

#### **8.4.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой)**

**Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов**

1. Классификация пороков стекломассы. Виды кристаллических пороков, места и причины их возникновения, диагностика. Мероприятия, направленные на снижение кристаллических пороков стекломассы.
2. Классификация пороков стекломассы. Виды стекловидных пороков, места и причины их возникновения, диагностика. Мероприятия, направленные на снижение стекловаидных пороков стекломассы.
3. Классификация пороков стекломассы. Виды газовых включений, места и причины их возникновения, диагностика. Мероприятия, направленные на снижение газовых пороков стекломассы.
4. Организация производства шихты в дозирочно-смесительном отделении (ДСО) составного цеха. Вертикальная и горизонтальная схема линий по получению качественной шихты.
5. Требования и контроль сырьевых материалов, предназначенных для стекловарения. Организация функционирования оборудования для обработки сырьевых материалов и приготовления шихты.
6. Контроль качества стекольной шихты. Мероприятия по предотвращению ее расслаивания в процессе хранения и транспортировки в МВЦ.
7. Технологические параметры стекловарения, контролируемые в современных стекловаренных печах. Принцип работы и конструктивные особенности приборов для определения расхода газообразного топлива в стекловаренной печи.
8. Технологические параметры стекловарения, контролируемые в современных стекловаренных печах. Принцип работы и конструктивные особенности приборов для определения давления в стекловаренной печи.
9. Технологические параметры стекловарения, контролируемые в современных стекловаренных печах. Принцип работы и конструктивные особенности приборов для определения уровня стекломассы в стекловаренной печи.
10. Технологические параметры стекловарения, контролируемые в современных

стекловаренных печах. Принцип работы и конструктивные особенности приборов для определения температуры в стекловаренных печах.

11. Системы автоматического управления работой стекловаренной печи. Автоматическое управление уровнем стекломассы в печи.
12. Системы автоматического управления работой стекловаренной печи. Автоматическое управление переводом пламени в печи.
13. Системы автоматического управления работой стекловаренной печи. Автоматическое регулирование давления в печи.
14. Системы автоматического управления работой стекловаренной печи. Автоматическое регулирование расхода топлива в печи.
15. Системы автоматического управления работой стекловаренной печи. Автоматическое регулирование соотношения «топливо – воздух» в печи.
16. Системы автоматического управления работой газовых стекловаренных печей.
17. Системы автоматического управления работой электрических стекловаренных печей.
18. Системы управления процессом формования листового стекла во флоат-ванне. Характерные пороки стекла, образующиеся во флоат-ванне.
19. Системы управления процессом отжига листового стекла. Внутренние напряжения, возникающие в охлаждающейся ленте стекла.
20. Контроль качества листового стекла. Упаковка и транспортировка.
21. Системы автоматического управления работой питателей стекломассы при производстве штучных стеклоизделий. Контроль температурного режима в фидерах. Регулирование массы капли питателя.
22. Особенности формования узкогорлой и широкогорлой стеклянной тары на современных стеклоформирующих автоматах. Контроль качества получаемых изделий.
23. Контроль геометрических параметров листового стекла. Допустимые отклонения и способы их контроля.
24. Система регулирования толщины слоя шихты в варочных бассейнах электрических стекловаренных печах глубинного (вертикального) типа.
25. Оптический контроль листового полированного стекла. Определение светопропускания, искажений и внутренних напряжений в стекле.
26. Система автоматического контроля и поддержания температуры стекломассы в выработочных каналах фидеров.
27. Виды брака, образующегося при раскroe листового стекла. Способы и приспособления для контроля резки листового стекла.
28. Контроль пороков стекломассы в узкогорлой и широкогорлой стеклотаре.
29. Пороки стекломассы, возникающие из-за разрушения огнеупоров. Виды таких пороков, места и причины их возникновения, диагностика. Мероприятия, направленные на их снижение в стекломассе.
30. Система автоматического контроля величины порции стекломассы при производстве штучных изделий из стекла.

#### **8.4.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)**

**Максимальное количество баллов экзамен – 40 баллов**

1. Деятельность Российских и международных организаций по стандартизации в области обеспечения качества стекольной продукции.

2. Федеральные законы и регламенты о техническом регулировании.
3. Основные понятия о стандартизации и сертификации в стекольной промышленности.
4. Использование стандартов РФ для организации выпуска качественной продукции.
5. Использование Общероссийского Классификатора продукции (ОКП) для составления нормативных документов.
6. Оценка соответствия требований к безопасности, механической и термической прочности стеклянной тары и листового стекла.
7. Цели стандартизации и принципы технического регулирования.
8. Технические регламенты Таможенного Союза, их соответствие и отличия от международных стандартов.
9. Маркировка и упаковка стекольной продукции в соответствии с Государственными стандартами.
10. Виды стандартов, основные отличия и области использования.
11. Обязательная и добровольная сертификация стекольной продукции в РФ.
12. Сертификация стекла. На какую продукцию из стекла требуется обязательная сертификация.
13. Структура и деятельность ИСО в экономических и технических областях, работа ее технических комитетов и рабочих групп.
14. Цели и задачи стандартизации сырьевых материалов для стекольной промышленности.
15. Отличительные особенности Европейских и Российских стандартов в области менеджмента качества.
16. Стандартизация в сфере охраны окружающей среды и утилизации стекольного боя.
17. Сертификация пожарной безопасности на предприятиях стекольной промышленности.
18. Технический регламент о стеклянной таре для пищевых продуктов, структура, цели принятия. Область действия.
19. Специальные требования к стеклу, установленные Техническим регламентом «Безопасность стеклянной тары».
20. Требования к качеству стеклянных изделий (тары) для пищевых продуктов в соответствии с требованиями ГОСТов и Технических регламентов.
21. ГОСТы, относящиеся к стеклу и изделиям из стекла – общие понятия, терминология, определения.
22. ГОСТы, относящиеся к стеклу (назначение, нормативные ссылки, определения, классификация стекла по размерам, толщине, оптическим свойствам, порокам, требования к маркировке, упаковке и транспортировке).
23. ГОСТы на изделия и продукцию из стекла (посуда, тубки, капляры, зеркала, стеклопакеты и пр.)
24. ГОСТы на изделия и продукцию из листового стекла (классификация, методы испытаний, свойства стекол)
25. ГОСТы, относящиеся к стеклу и изделиям из стекла для строительства (методы контроля свойств, приемка стекла),
26. ГОСТы, относящиеся к производству и утилизации отходов стекольного производства, требования к стеклобою и охране окружающей среды.
27. ГОСТы, относящиеся к сырьевым материалам стекольной промышленности.
28. Понятие качества продукции относительно к стеклу и изделиям из стекла.
29. Система менеджмента качества (СМК) стеклопродукции, основные принципы и область влияния.
30. Сертификация по ИСО 9000, Цели, процедура и результат сертификации при производстве стекла и стеклоизделий.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.5. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1 и 2 семестр)

Зачеты с оценкой по дисциплине «Современные проблемы химической технологии стекла» проводятся в 1 и 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 (1 семестр) и 2 (2 семестр) рабочей программы дисциплины. Билеты для зачета с оценкой состоят из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов

Пример билета для зачета с оценкой (1 семестр)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>ХТСuC</p> <p>_____ В.Н. Сигаев</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Кафедра химической технологии стекла и ситаллов</b>                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>18.04.01 - «Химическая технология»<br/>Магистерская программа – «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Современные проблемы химической технологии стекла (1 семестр)</b>                                                                         |
| <p align="center"><b>Билет № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Огнеупоры для стекловаренных печей. Классификация, составы, ведущие свойства огнеупоров различных типов. Принципы раскладки огнеупоров в стекловаренных печах.</li> <li>Каким образом и почему изменение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) стекломассы влияет на процесс стекловарения?</li> </ol> |                                                                                                                                              |

Пример билета для зачета с оценкой (2 семестр)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>ХТСuC</p> <p>_____ В.Н. Сигаев</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Кафедра химической технологии стекла и ситаллов</b>                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>18.04.01 - «Химическая технология»<br/>Магистерская программа – «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Современные проблемы химической технологии стекла (2 семестр)</b>                                                                         |
| <p align="center"><b>Билет № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Классификация пороков стекломассы. Виды газовых включений, места и причины их возникновения, диагностика. Мероприятия, направленные на снижение газовых пороков стекломассы.</li> <li>Системы автоматического управления работой питателей стекломассы при производстве штучных стеклоизделий. Контроль температурного режима в фидерах. Регулирование массы капли питателя.</li> </ol> |                                                                                                                                              |

### 8.6. Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр)

Экзамен по дисциплине «Современные проблемы химической технологии стекла» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделу 3 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанному разделу. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для экзамена (3 семестр)

|                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>ХТСиС</p> <p>_____ В.Н. Сигаев</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>                                                                                                                                | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Кафедра химической технологии стекла и ситаллов</b>                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                  | <b>18.04.01 - «Химическая технология»<br/>Магистерская программа – «Химическая технология<br/>высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Современные проблемы химической технологии стекла (3 семестр)</b>                                                                             |
| <p align="center"><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Метрология как наука. Цели, задачи, объект исследования. Меры, физические величины.</p> <p>2. Назначение, структура, документация и цели создания системы менеджмента качества.</p> |                                                                                                                                                  |



## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Технология стекла. Справочные материалы / Абрашнев А.С. [и др.]; под ред. П.Д. Саркисова. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 647 с.
2. Гулоян, Ю. А. Технология стекла и стеклоизделий: учебник / Ю.А. Гулоян. - 2-е изд., перераб. и доп. - Владимир: Транзит-ИКС, 2015. - 711 с.
3. Михайленко, Н.Ю. Технологические свойства стекла: учебное пособие / Н.Ю. Михайленко, М.А. Семин. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. - 127 с
4. Дзюзер В. Я. Теплотехника и тепловая работа печей: учебное пособие для вузов / В. Я. Дзюзер. – 4е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 384 с.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Современные проблемы промышленного стекловарения: Избранные труды проф. Н.А. Панковой / сост. Н.Ю. Михайленко, Е.Е. Строганова; под ред. акад. П.Д. Саркисова. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2005. – 323 с.
2. Панкова Н.А., Михайленко Н.Ю. Теория и практика промышленного стекловарения: Учеб. пособие. – М.: РХТУ, 2000. – 102 с.
3. Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» от 27.04.93 № 4371-1.
4. Закон Российской Федерации «О стандартизации» от 10.06.1993 г., № 5156-1.
5. Закон Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг» от 10.06.1993г., № 5153-1.
6. ГОСТ Р 8.820-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения
7. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения
8. ГОСТ Р 8.694-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы материалов (веществ). Общие статистические принципы определения метрологических характеристик.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы» ISSN: 0235-2206
- Ж. Стекло и керамика. ISSN: 0131-9582
- Ж. Физика и химия стекла. ISSN: 0132-6651
- Ж. Техника и технология силикатов. ISSN: 2076-0655
- Journal of the American Ceramic Society. ISSN: 1551-2916
- European Journal of Glass Science and Technology. Part A. ISSN: 1753-3546
- Рекламные материалы ведущих производителей стекла, стеклоизделий, оборудования для стекольной промышленности.

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 10, (общее число слайдов – 230);

- комплекты образцов стекол и стеклоизделий – 5;
- банк индивидуальных заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число заданий – 90);
- банк тестовых заданий для промежуточного контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 180).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Современные проблемы химической технологии стекла» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; наборы образцов стекол и стеклоизделий.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательно-информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                                                                          | Реквизиты договора поставки               | Количество лицензий                            | Срок окончания действия лицензии                                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                                                              | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020     | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                                 |
| 2.    | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li></ul> | Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019    | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.    | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition                                                                                       | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | -                                              | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                           | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Формы и методы контроля и оценки                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Ресурсо- и энергосбережение в стекольной технологии</p> | <p><i>Знает:</i><br/>– сущность проблем ресурсо- и энергосбережения в стекольной технологии, научно-технические подходы и пути их решения;<br/><i>Умеет:</i><br/>– формулировать требования к технико-экономическим показателям производства стекольной продукции и определять эффективные пути их достижения;<br/>– применять современные научно-технические достижения для решения проблем стекольной технологии.<br/><i>Владеет:</i><br/>– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области стекольной технологии;<br/>– способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области ресурсо- и энергосбережения, управления качеством продукции, сертификации и стандартизации в стекольной технологии.</p> | <p>Оценка за расчетную работу (1 семестр)<br/>Оценка за реферат (1 семестр)<br/>Оценка за зачет с оценкой (1 семестр)</p>                                         |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Управление качеством стеклопродукции</p>                | <p><i>Знает:</i><br/>– пути повышения качества стекольной продукции и мероприятия по их реализации в стекольной технологии;<br/><i>Умеет:</i><br/>– проводить оценку качества стекла и стеклоизделий;<br/>– применять современные научно-технические достижения для решения проблем стекольной технологии.<br/><i>Владеет:</i><br/>– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области стекольной технологии;<br/>– методологическими подходами к решению проблем ресурсо- и энергосбережения в стекольной технологии;<br/>– способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в</p>                                                                                                                             | <p>Оценка за работу на практических занятиях (2 семестр)<br/><br/>Оценка за индивидуальное задание (2 семестр)<br/><br/>Оценка за зачет с оценкой (2 семестр)</p> |

|                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                       | области ресурсо- и энергосбережения, управления качеством продукции, сертификации и стандартизации в стекольной технологии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                       |
| <b>Раздел 3.</b><br>Стандартизация и сертификация в технологии стекла | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологические основы контроля, стандартизации и сертификации, управления качеством стекольной продукции.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к технико-экономическим показателям производства стекольной продукции и определять эффективные пути их достижения;</li> <li>– применять современные научно-технические достижения для решения проблем стекольной технологии.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области стекольной технологии;</li> <li>– способностью генерировать новые идеи при решении практических задач в области ресурсо- и энергосбережения, управления качеством продукции, сертификации и стандартизации в стекольной технологии.</li> </ul> | <p>Оценка за работу на практических занятиях (3 семестр)</p> <p>Оценка за индивидуальное задание (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p> |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Современные проблемы химической технологии стекла»**  
**основной образовательной программы**  
**18.04.01 Химическая технология**  
**магистерская программа**  
**«Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»**

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Специальные технологии керамики»**

**Направление подготовки  
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа  
«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**



Программа составлена доцентом кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров  
Н.А. Поповой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии  
керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева «13» июня 2025 г., протокол № 17.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**, накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Химической технологии керамики и огнеупоров** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2х семестров.

Дисциплина **«Специальные технологии керамики»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области специальных технологий керамики.

**Цель дисциплины** – углубление знаний, умений, владений и формирование компетенций в области современных и перспективных специальных технологий керамики и направлений дальнейшего развития этой области технологий и материаловедения.

Дисциплина **«Специальные технологии керамики»** преподается во 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

*(Из соответствующего УП с учетом подходящего уровня квалификации из Профстандарта, например):*

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                  | Объект или область знания                                                                                                                                            | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                               | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>                                                                                                               |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.1 Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ<br>ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ<br>ПК-4.3 Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов<br>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний нового оборудования и технологий термического производства |

|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                  | исследований с использованием прикладных программ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н). Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла                                                                                                                                                                                                                   |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | ПК-5.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ<br>ПК-5.2 Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ<br>ПК-5.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ - | ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018 № 573н). Обобщенная трудовая функция Н Организация научно-экспериментальных исследований применяемых неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, для выбора перспективных компонентов и материалов из них с целью внедрения их в производство; уровень квалификации 7, трудовая функция Н/03.7 Руководство теоретическими и экспериментальными исследованиями в рамках создания нового объекта интеллектуальной собственности в области производства ракетно-космических комплексов и систем |

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- современные научные достижения и перспективные направления в области специальных технологий керамики;
- современные специальные технологии керамики с позиций кристаллохимических, термодинамических, структурных представлений о строении и свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;
- технологические процессы в специальных технологиях керамики, основы проектирования и практические аспекты применения специальных технологий керамики;
- основные пути создания новых специальных технологий керамики для применения их продукции в различных областях народного хозяйства.

*Уметь:*

- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных специальных технологий керамики;
- формулировать требования к современным и перспективным специальным технологиям керамики для получения керамических изделий с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- проводить экспериментальные исследования технологических переделов современных специальных технологий керамики, а также состава, структуры и свойств керамических материалов на этих переделах;
- применять теоретические знания по современным и перспективным специальным технологиям керамики для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

*Владеть:*

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам современных и перспективных специальных технологий керамики;
- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых специальных технологий керамики, позволяющих получать керамические изделия с повышенным уровнем эксплуатационных свойств для различных областей применения;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области современных и перспективных специальных технологий керамики;
- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области современных и перспективных специальных технологий керамики с учетом правил соблюдения авторских прав.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Всего       |            | Семестр     |           |             |            |
|------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|------------|
|                                                |             |            | 2           |           | 3           |            |
|                                                | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ          | Акад. ч.  | ЗЕ          | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>5</b>    | <b>180</b> | <b>2</b>    | <b>72</b> | <b>3</b>    | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,94</b> | <b>34</b>  | <b>0,47</b> | <b>17</b> | <b>0,47</b> | <b>17</b>  |

|                                                    |             |           |                |           |                |           |
|----------------------------------------------------|-------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <b>0,94</b> | <b>34</b> | <b>0,47</b>    | <b>17</b> | <b>0,47</b>    | <b>17</b> |
| Лекции                                             | -           | -         | -              | -         | -              | -         |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,94        | 34        | 0,47           | 17        | 0,47           | 17        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <b>0,94</b> | <b>34</b> | <b>0,47</b>    | <b>17</b> | <b>0,47</b>    | <b>17</b> |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | -           | -         | -              | -         | -              | -         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,06</b> | <b>74</b> | <b>0,53</b>    | <b>19</b> | <b>1,53</b>    | <b>55</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,06        | -         | -              | -         | -              | -         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |             | 74        | 0,53           | 19        | 1,53           | 55        |
| <b>Виды контроля:</b>                              |             |           |                |           |                |           |
| <b>Экзамен</b>                                     | <b>2</b>    | <b>72</b> | <b>1</b>       | <b>36</b> | <b>1</b>       | <b>36</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       | 2           | 0,8       | 1              | 0,4       | 1              | 0,4       |
| Подготовка к экзамену.                             |             | 71,2      |                | 35,6      |                | 35,6      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     |             |           | <b>Экзамен</b> |           | <b>Экзамен</b> |           |

| Вид учебной работы                                 | Всего |             | Семестр |             |         |             |
|----------------------------------------------------|-------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
|                                                    |       |             | 2       |             | 3       |             |
|                                                    | ЗЕ    | Астр.<br>ч. | ЗЕ      | Астр.<br>ч. | ЗЕ      | Астр.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                      | 5     | 135         | 2       | 54          | 3       | 81          |
| Контактная работа – аудиторные занятия:            | 0,94  | 25,5        | 0,47    | 12,75       | 0,47    | 12,75       |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 0,94  | 25,5        | 0,47    | 12,75       | 0,47    | 12,75       |
| Лекции                                             | -     | -           | -       | -           | -       | -           |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,94  | 25,5        | 0,47    | 12,75       | 0,47    | 12,75       |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 0,94  | 25,5        | 0,47    | 12,75       | 0,47    | 12,75       |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | -     | -           | -       | -           | -       | -           |
| Самостоятельная работа                             | 2,06  | 55,5        | 0,53    | 14,25       | 1,53    | 41,25       |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,06  | -           | 0,53    | -           | 1,53    | -           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |       | 55,5        |         | 14,25       |         | 41,25       |
| Виды контроля:                                     |       |             |         |             |         |             |
| Экзамен                                            | 2     | 54          | 1       | 27          | 1       | 27          |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       | 2     | 0,6         | 1       | 0,3         | 1       | 0,3         |
| Подготовка к экзамену.                             |       | 53,4        |         | 26,7        |         | 26,7        |
| Вид итогового контроля:                            |       |             | Экзамен |             | Экзамен |             |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                                                                     | Академ. часов |               |                |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|----------------|
|          |                                                                                                       | Всего         | Прак.<br>зан. | Сам.<br>Работа |
| <b>1</b> | <b>Нанотехнология, наноматериалы в керамической технологии</b>                                        | <b>26</b>     | <b>9</b>      | <b>17</b>      |
| 1.1      | Роль новых материалов и новых технологий в развитии техники                                           | 15            | 5             | 10             |
| 1.2      | Термодинамические, физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне | 11            | 4             | 7              |
| <b>2</b> | <b>Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе</b>                                        | <b>28</b>     | <b>8</b>      | <b>20</b>      |
| 2.1      | Методы оценки нанопорошков                                                                            | 14            | 4             | 10             |
| 2.2      | Консолидация наночастиц                                                                               | 14            | 4             | 10             |
| <b>3</b> | <b>Спекание нанокерамики</b>                                                                          | <b>25</b>     | <b>8</b>      | <b>17</b>      |
| 3.1      | Свободное спекание нанопорошков                                                                       | 14            | 4             | 10             |
| 3.2      | Методы исследования структуры наноструктурированных керамик                                           | 11            | 4             | 7              |
| <b>4</b> | <b>Свойства нанокерамик</b>                                                                           | <b>29</b>     | <b>9</b>      | <b>20</b>      |
|          | <b>ИТОГО</b>                                                                                          | <b>108</b>    | <b>34</b>     | <b>74</b>      |
|          | <i>Экзамен</i>                                                                                        | <i>72</i>     | <i>36</i>     | <i>36</i>      |
|          | <b>ИТОГО</b>                                                                                          | <b>180</b>    | <b>70</b>     | <b>110</b>     |

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                             | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|   | <b>Знать: (перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                              |             |             |             |             |
| 1 | – современные научные достижения и перспективные направления в области специальных технологий керамики;                                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
| 2 | – современные специальные технологии керамики с позиций<br>– кристаллохимических, термодинамических, структурных представлений о строении и свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;                   | +           | +           | +           | +           |
| 3 | – технологические процессы в специальных технологиях керамики, основы проектирования и практические аспекты применения специальных технологий керамики;                                                      | +           | +           | +           | +           |
| 4 | – основные пути создания новых специальных технологий керамики для применения их продукции в различных областях народного хозяйства.                                                                         | +           | +           | +           | +           |
|   | <b>Уметь: (перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                              |             |             |             |             |
| 5 | – проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных специальных технологий керамики;                                                                                      | +           | +           | +           | +           |
| 6 | – формулировать требования к современным и перспективным специальным технологиям керамики для получения керамических изделий с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;               | +           | +           | +           | +           |
| 7 | – проводить экспериментальные исследования технологических переделов современных специальных технологий керамики, а также состава, структуры и свойств керамических материалов на этих переделах;            | +           | +           | +           | +           |
| 8 | – применять теоретические знания по современным и перспективным специальным технологиям керамики для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.                 | +           | +           | +           | +           |
|   | <b>Владеть: (перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                            |             |             |             |             |
| 9 | – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам современных и перспективных специальных технологий керамики; | +           | +           | +           | +           |



|                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| 10                                                                                                                                                      | – методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых специальных технологий керамики, позволяющих получать керамические изделия с повышенным уровнем эксплуатационных свойств для различных областей применения; | +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | + | + | + |
| 11                                                                                                                                                      | – методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области современных и перспективных специальных технологий керамики;                                                                                                                            | +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | + | + | + |
| 12                                                                                                                                                      | – способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области современных и перспективных специальных технологий керамики с учетом правил соблюдения авторских прав.                                                                                          | +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>(какие) компетенции и индикаторы их достижения:</b><br><b>(перечень из п.2)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |   |
|                                                                                                                                                         | <b>Код и наименование ПК<br/>(перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Код и наименование индикатора достижения<br/>ПК (перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |
| 13                                                                                                                                                      | – ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств                                                                                                                  | ПК-4.1 Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ<br>ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ<br>ПК-4.3 Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ | + | + | + |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 14 | <p>– ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них</p> | <p>ПК-5.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ</p> <p>ПК-5.2 Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</p> <p>ПК-5.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p> | + | + | + | + |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Часы |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1                    | Нанотехнология, наноматериалы в керамической технологии. Наномодифицированная керамика – перспективный класс неорганических материалов со специальными свойствами. Нанокерамика как химико-технологический процесс, исторический приоритет нанокерамики.                                                                                                              | 4    |
| 2                    | Роль новых материалов и новых технологий в развитии техники. Проблемы применения нанопорошков в технологии керамики – разработка, оборудование, деградация свойств вещества в наномасштабном состоянии во времени.                                                                                                                                                    | 2    |
| 3                    | Термодинамические, физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне. Размерные эффекты, поверхностная энергия, ее роль в изменении параметров фазовых переходов, фононного спектра, электронного строения, электрофизических свойств.                                                                                               | 4    |
| 4                    | Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе. Механосинтез, измельчение, газофазный, плазмохимический, самораспространяющийся высокотемпера-турный синтез, зольгель, метод испарения-конденсации, электрический взрыв и др..                                                                                                                               | 2    |
| 5                    | Методы оценки нанопорошков. Электронная микроскопия. Рентгенографический метод, методы определения удельной поверхности по газовой адсорбции, седиментации. Технологические свойства нанопорошков (насыпная масса, агломерированность, текучесть и др.)                                                                                                               | 4    |
| 6                    | Консолидация наночастиц. «Холодное» прессование, электрофорез, литье пленок, фильтрация под давлением, центрифугирование. Характеристики пористости формованных образцов из наночастиц.                                                                                                                                                                               | 4    |
| 7                    | Спекание нанокерамики. Вторичная консолидация как основа получения объемных материалов. Импульсные методы спекания, обеспечивающие уплотнение образцов и сохранность частиц в наноразмерном диапазоне: в камерах высокого давления, горячее прессование, горячее изостатическое прессование, электроразрядное спекание, спекание «ковкой», спекание в ударных волнах. | 2    |
| 8                    | Свободное спекание нанопорошков. Особенности диффузионных процессов в ансамбле наночастиц, механизмы массопереноса, рекристаллизация при спекании.                                                                                                                                                                                                                    | 4    |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    | Проблема деградации «наноразмерности» в системах с высокой избыточной поверхностной энергией. Метод управляющей траектории спекания, спекание с контролируемой скоростью уплотнения. Лазерное спекание композиционных многокомпонентных керамик – альтернатива импульсным методам консолидации.                                                                                                                                                                                                                                                 |   |
| 9  | Методы исследования структуры наноструктурированных керамик. Электронная микроскопия, сканирующая зондовая микроскопия (атомно-силовая), метод аннигиляции позитронов. Анализ строения межзеренных, межфазных границ раздела в наноструктурированных керамиках.                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4 |
| 10 | Свойства нанокерамик. Определение размера зерен, строения границ раздела. Методы оценки свойств нанокерамики – динамические, статические, вязкость разрушения, трещиностойкость, твердость однородных и гетерофазных керамик. Упрочнение нанокерамик волокнами, металлическими компонентами при создании нанокерметов. Сверхпластичность, ползучесть, механизмы разрушения. Области применения наноструктурированных керамических материалов – машиностроение, авиакосмическая техника, атомная энергетика, электротехника, медицина, покрытия. | 4 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- Нанотехнология, наноматериалы в керамической технологии. Анализ наноструктурного состояния. Понятие «нанотехнология» – кластер, наночастицы, нанопорошки, нанослои. Методы исследования размеров вещества в наномасштабной дисперсности – рентгенография, просвечивающая электронная микроскопия, спектроскопия.

- Роль новых материалов и новых технологий в развитии техники. Ансамбль наночастиц. Удельная поверхность, методы определения, распределение частиц по размерам. Состояние поверхности, роль поверхностных атомов в проявляемых свойствах при низких температурах и спекании. Оценка доли поверхностных атомов в зависимости от размера частиц.

- Термодинамические, физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне. Физические и термодинамические свойства, размерный эффект, роль Лапласовского давления в фазовой стабильности наночастиц. Дефектность наночастиц – вакансии, дефекты упаковки, дислокации.

- Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе. Методы синтеза керамических компонентов в наноразмерном масштабе. Технологические свойства нанопорошков и оптимизация параметров первичной консолидации в зависимости от химической природы.

- Методы оценки нанопорошков. Импульсные методы при вторичной консолидации (спекании) ансамблей наночастиц: свободное спекание прессовок нанопорошков, роль и учет особенностей диффузионных процессов, механизмы массопереноса в пористых заготовках на основе наночастиц с различной природой химической связи, в композициях, описываемых различным типом диаграмм состояния.

- Консолидация наночастиц. Методы регулирования структуры керамических материалов при свободном спекании. Перспектива разработки наноструктурированных керамических материалов в многокомпонентных системах

- Спекание нанокерамики. Объемная нанокерамика. Особенности межзеренных и межфазных границ. Методы оценки структуры нанокерамики.

- Термодинамические, физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне. Физические и термодинамические свойства, размерный эффект, роль Лапласовского давления в фазовой стабильности наночастиц. Дефектность наночастиц – вакансии, дефекты упаковки, дислокации.

- Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе. Методы синтеза керамических компонентов в наноразмерном масштабе. Технологические свойства нанопорошков и оптимизация параметров первичной консолидации в зависимости от химической природы.

- Методы оценки нанопорошков. Импульсные методы при вторичной консолидации (спекании) ансамблей наночастиц: свободное спекание прессовок нанопорошков, роль и учет особенностей диффузионных процессов, механизмы массопереноса в пористых заготовках на основе наночастиц с различной природой химической связи, в композициях, описываемых различным типом диаграмм состояния.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

1. Специфика технологических свойств ансамбля наночастиц при разработке керамики
2. Центрифугирование, электрофорез, литье пленок.
3. Особенности структурного состояния наночастиц ( $d \leq 100$  нм).
4. Получение наночастиц твердых веществ методом испарения-конденсации
5. Электрофорезное (eps) спекание.
6. Спекание с контролируемой скоростью уплотнения, суть метода, его недостатки.
7. Метод управляющей траектории спекания, суть метода, его недостатки.
8. Влияние температуры на свойства нанокерамик – ползучесть, сверхпластичность.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

1. Получение наночастиц методом механосинтеза, измельчения, применяемые механоактиваторы.
2. Получение наночастиц методом плазмохимического синтеза твердых веществ.
3. Получение наночастиц соединений методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
4. Получение наночастиц твердых веществ методом испарения-конденсации.
5. Получение наночастиц методом золь-гель технологии, примеры.
6. Получение наночастиц твердых веществ методом электрического взрыва.
7. Методы оценки размера твердых веществ (в диапазоне  $10 \div 105$  нм), применяемых при создании керамики.
8. Особенности структурного состояния наночастиц ( $d \leq 100$  нм).
9. Природа дефектов в наночастицах, связь с методом получения.
10. Роль поверхности и поверхностного состояния атомов в наночастицах на поведение ансамбля частиц.
11. Специфика технологических свойств ансамбля наночастиц при разработке керамики.
12. Размерные эффекты, проявляемые в изменении физических свойств.
13. Причины появления метастабильных модификаций твердых веществ в нанодиапазоне.
14. Первичная консолидация нанопорошков, закономерности и особенности метода одноосного прессования.
15. Центрифугирование, электрофорез, литье пленок.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен, 3 семестр – экзамен).**

1. Поровая структура первично консолидированных порошков как функция размера частиц.
2. Механизмы аннигиляции пор в спекаемой керамической прессовке.
3. Вторичная консолидация – спекание, задачи применительно к получению керамики с планируемыми свойствами.
4. Сспекание в камерах высокого давления, преимущества и недостатки.
5. Горячее прессование, горячее изостатическое прессование, преимущества и недостатки.
6. Электрофорезное (eps) спекание.
7. Свободное спекание нанопорошков, особенности диффузионных процессов в прессовках наночастиц.
8. Рекристаллизационные процессы, их роль формировании структуры керамики.
9. Дегградация «наноразмерности» в системах с высокой избыточной поверхностной энергией.
10. Метод управляющей траектории спекания, суть метода, его недостатки.
11. Сспекание с контролируемой скоростью уплотнения, суть метода, его недостатки.
12. Идеология разработки многокомпонентных керамик, физико-химические принципы, обеспечивающие сохранность наноразмерности при свободном спекании.
13. Исследование структуры объемных керамик с наноразмерными зернами твердой фазы.
14. Особенности строения межзеренных, межфазных границ, «тройных стыков» в наноструктурированных керамиках.
15. Влияние дисперсности фазовых составляющих наноструктурированных керамик на физические свойства.

16. Влияние дисперсности фазовых составляющих наноструктурированных керамик на механические свойства.
17. Упрочнение нанокерамик – создание керамоматричных композиций, примеры.
18. Влияние температуры на свойства нанокерамик – ползучесть, сверхпластичность.
19. Примеры использования наноструктурированных керамик в различных областях техники.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (2-3 семестр).

**Экзамен** по дисциплине «*Специальные технологии керамики*» проводится во 2 и 3 семестрах и включает контрольные вопросы по разделам и рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

|                                                                                        |                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. каф. ХТКиО<br/>_____ 20__ г.<br/>Н.А. Макаров</p>              | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                        |
|                                                                                        | <b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>                                |
|                                                                                        | <b>Кафедра химической технологии керамики и огнеупоров</b>                                                |
|                                                                                        | <b>Код и наименование направления подготовки 18.04.01<br/>Химическая технология</b>                       |
|                                                                                        | <b>Магистерская программа – «Химическая технология<br/>высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
| <b>Специальные технологии керамики</b>                                                 |                                                                                                           |
| <b>Билет № 1</b>                                                                       |                                                                                                           |
| 1. Метод управляющей траектории спекания, суть метода, его недостатки.                 |                                                                                                           |
| 2. Горячее прессование, горячее изостатическое прессование, преимущества и недостатки. |                                                                                                           |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А) Основная литература:

1. Физическая химия спекания: учеб. пособие / Н.А. Макаров, Д.В. Харитонов, Д.О. Лемешев. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2019. 190 с.
2. Прочность и термopочность тугоплавких соединений: учеб. пособие / М.О. Сенина, Д.И. Вершинин, Д.О. Лемешев, Н.А. Макаров. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 134 с.

#### Б) Дополнительная литература:

1. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Кристаллы с дефектами. М.: Высшая школа, 1993. 352 с.
2. Оксидная керамика: спекание и ползучесть: учеб. Пособие / В.С. Бакунов, А.В. Беляков, Е.С. Лукин, У.Ш. Шаяхметов; под ред. В.С. Бакунова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 584 с.
3. Гегузин Я.Е. Живой кристалл. М.: Наука, 1981. 194 с.

#### В) Учебно-методические пособия и указания по изучению дисциплины:

1. Беляков А.В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. 80 с.
2. Власов А.С. Конструкционная керамика. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. 70 с.
3. Гузман И.Я. Реакционное спекание и его использование в технологии керамики и огнеупоров. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1996. 55 с.
4. Лукин Е.С. Теоретические основы получения и технология оптически прозрачной керамики. М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1981. 36 с.
5. Скидан Б.С., Поляк Б.И. Керамические диэлектрики. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1983. 77 с.

### 9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

#### Журналы:

1. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582.
2. Огнеупоры и техническая керамика. ISSN 0369-7290
3. Новые огнеупоры. ISSN 1689-4518
4. Строительные материалы. ISSN 1729-9209
5. Строительные материалы XXI века. ISSN 1729-9209.
6. Keramische Zietschrift. ISSN 0023-0561.
7. Ceramic Bulletin (Amer.Cer.Soc.). ISSN 0022-7812.
8. Ceramic Industries International. ISSN 0305-7623.
9. International Journal of Applied Ceramic Technology. ISSN (printed): 1546-542X. ISSN (electronic): 1744-7402.
10. Ceramics Technical. ISSN 1324-4175.
11. Glass and Ceramics. ISSN 0361-7610.
12. World Ceramics and Refractories. ISSN 0959-6127.
13. Ceramics Abstracts/World Ceramic Abstracts. ISSN 0883-2900.
14. Engineered Materials Abstracts, Ceramics. ISSN 0002-7812.
15. Ceramic Industries International. ISSN 0958-9899.



16. Ceramic Industry – the magazine for refractories, traditional & advanced ceramic manufacturers. ISSN 0009-0220.
17. Ceramic Engineering and Science Proceedings. ISSN 0196-6219.
18. Ceramics International. ISSN 0272-8842.

Интернет-ресурсы:

- [www.centerprioritet.ru/](http://www.centerprioritet.ru/) – СМЦ «Приоритет» – техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> – «Нанометр» - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> – «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> – Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx/> – Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> – In Tech. Open Science
- [http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry\\_tech/silicate/](http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/) – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
- <http://www.rsl.ru/> – Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru/> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> – ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> – Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> – поисковая система по книгам
- <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека

### 9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы используются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные

периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Специальные технологии керамики»* проводятся в форме практической и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Лаборатория (печной зал), оснащенная высокотемпературным оборудованием для синтеза и термической обработки керамических материалов.

Аудитория для самостоятельной работы обучающихся, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

Кафедральная библиотека с ресурсами ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева по профилю дисциплины.

Технологическое оборудование для обработки, подготовки и определения технологических свойств сырьевых материалов (шаровая мельница, лабораторная планетарная мельница, наборы сит для отсева порошков, сушильный шкаф, весы технические и аналитические, ступки для измельчения и смешивания порошков, разрывная машина).

Высокотемпературное оборудование (высокотемпературные электрические печи с карбидкремниевыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима, электрическая лабораторная муфельная печь с автоматическим регулятором температуры, высокотемпературные электрические печи с хромит-лантановыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима).

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; интерактивная доска; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками керамических материалов и керамоматричных композитов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам керамических материалов и керамоматричных композитов; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральная библиотека электронных изданий.

#### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:**

| <b>№ п/п</b> | <b>Наименование программного продукта</b>                                                         | <b>Реквизиты договора поставки</b>     | <b>Количество лицензий</b>                                                                                             | <b>Срок окончания действия лицензии</b> |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.           | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 20 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                              |
| 2.           | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                                     | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 5 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                              |
| 3.           | Управление проектами Project expert tutorial                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                              |
| 4.           | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020   | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                              |
| 5.           | SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers                                  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                              |
| 6.           | Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024 | Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест | бессрочная                              |
| 7.           | Среда разработки Delphi                                                                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                              |
| 8.           | Среда разработки C++ Builder                                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010              | 1 лицензия для активации на рабочих                                                                                    | бессрочная                              |

|     |                                                                                                                |                                       |                                               |            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|     |                                                                                                                | от 14.12.10                           | станциях                                      |            |
| 9.  | Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 10. | Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 11. | OriginPro 8.1 Department Wide License                                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 12. | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 13. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 14. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                                                    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 15. | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                                                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 3 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 16. | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                             | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 17. | Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)               | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 18. | Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                 | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 19. | Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 20. | System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 21. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |

|     |                                                                                                                        |                                        |                                                |                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 22. | Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                               | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                 |
| 23. | Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                 |
| 24. | Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                 |
| 25. | Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                             | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                 |
| 26. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                 |
| 27. | NI Circuit Design Suite                                                                                                | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 10 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                 |
| 28. | Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL                    | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | 13 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                 |
| 29. | Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens   | Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022   | 13 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                 |
| 30. | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                                                                   | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                 |
|     | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                         | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                 |
| 32. | Micosoft Office Standard 2013                                                                                          | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                 |
| 33. | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> </ul> | Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019 | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода |

|     |                                                                                                  |                                           |                                               |                                                                                 |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Power Point</li> <li>Outlook</li> </ul>                   |                                           |                                               | на обновлённую версию продукта)                                                 |
| 34. | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition                            | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | -                                             | 24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 35. | iSpring Suite Max                                                                                | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | 02.12.2025                                                                      |
| 36. | iSpring Suite версия 11                                                                          | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | 02.12.2025                                                                      |
| 37. | Планы Мини                                                                                       | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1                                             | 30.09.2025                                                                      |
| 38. | Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64 | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024    | 60 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                      |
| 39. | COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)                                             | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023   | 1                                             | бессрочная                                                                      |
| 40. | COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)                                            | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023   | 1                                             | бессрочная                                                                      |
| 41. | Антиплагиат.ВУЗ 5.0                                                                              | Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025     | 1                                             | 19.05.2026                                                                      |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                          | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Формы и методы контроля и оценки                             |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Нанотехнология, наноматериалы в керамической технологии</b> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ современные научные достижения и перспективные направления в области специальных технологий керамики;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных специальных технологий керамики;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам современных и перспективных специальных технологий керамики;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за экзамен</p> |
| <b>Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе</b> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ современные специальные технологии керамики с позиций кристаллохимических, термодинамических, структурных представлений о строении и свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ формулировать требования к современным и перспективным специальным технологиям керамики для получения керамических изделий с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых специальных технологий керамики, позволяющих получать керамические изделия с повышенным уровнем эксплуатационных свойств для различных областей применения;</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за экзамен</p> |
| <b>Спекание нанокерамики</b>                                   | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ технологические процессы в специальных технологиях керамики, основы проектирования и практические аспекты применения специальных технологий керамики</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ проводить экспериментальные исследования технологических пределов современных специальных технологий керамики, а также состава, структуры и свойств керамических материалов на этих пределах;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области современных и перспективных специальных технологий керамики.</li> </ul>                                                                                                                                                          | <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                              |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Свойства<br/>нанокерамик</b> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ основные пути создания новых специальных технологий керамики для применения их продукции в различных областях народного хозяйства.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ применять теоретические знания по современным и перспективным специальным технологиям керамики для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области современных и перспективных специальных технологий керамики с учетом правил соблюдения авторских прав.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за экзамен</p> |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|



### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Специальные технологии керамики»**  
**основной образовательной программы**  
 18.04.01 Химическая технология  
 магистерская программа  
 «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Специальные технологии стекол»**

**Направление подготовки  
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа  
«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена

к.х.н., кафедра химической технологии стекла и ситаллов, Е.С. Игнатьева,

к.х.н., кафедра химической технологии стекла и ситаллов, А.С. Липатьев.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химической технологии стекла и ситаллов

---

«26» мая 2025 г., протокол №7.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов» (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «Специальные технологии стекол» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области тугоплавких неорганических и силикатных материалов, в том числе в области физикохимии и технологии стекла и материалов на его основе.

**Цель дисциплины** состоит в углублении теоретических знаний, приобретении практических навыков, формировании компетенций обучающихся в области современных развивающихся технологий стекол технического (оптоэлектроника, лазерная техника, волоконная оптика и др.) и строительного (стекла с функциональными покрытиями) назначения.

**Задачи дисциплины** – развитие у обучающихся профессионального мышления, понимания концепций и перспективных направлений применения стекол в развивающихся областях техники, промышленности, строительства; формирование системного подхода к постановке и проведению научных исследований на основе углубленных теоретических знаний и практических навыков в области технологии специальных видов стекол и стекломатериалов.

Дисциплина «Специальные технологии стекол» преподается во 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                  | Объект или область знания                                                                                                                                            | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                                | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта)<br>Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>                                                                                                               |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ<br>ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н).<br>Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ</p> | <p>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741 и).</p> <p>Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства</p> <p>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н). Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла</p> |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов и изделий из них | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ | <p>ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н).</p> <p>Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства</p> |
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |



|  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | <p>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н). Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7</p> <p>Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла</p> |
|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

В результате изучения дисциплины студент должен:

*Знать:*

- место и роль стеклообразных материалов, в том числе стекол с покрытиями, в современном наукоемком материаловедении;
- теоретические основы и принципы синтеза стекол специального технического назначения, особенности их химических составов и технологий;
- ведущие свойства, области применения, перспективы развития стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями.

*Уметь:*

- формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями;
- проектировать составы технических стекол специального назначения в соответствии с заданными требованиями по уровню ведущих свойств;
- обоснованно подбирать методы и технологические параметры производства стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями;
- рассчитывать и оценивать эксплуатационные показатели теплозащитных стекол в составе стеклопакетов.

*Владеть:*

- способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями;
- методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных технических стекол в соответствии с их назначением;
- способностью анализировать взаимосвязи «состав – структура – условия синтеза – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                | Всего       |            | Семестр     |           |             |            |
|----------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|-----------|-------------|------------|
|                                                    |             |            | 2 семестр   |           | 3 семестр   |            |
|                                                    | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ          | Акад. ч.  | ЗЕ          | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>5</b>    | <b>180</b> | <b>2</b>    | <b>72</b> | <b>3</b>    | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>0,94</b> | <b>34</b>  | <b>0,47</b> | <b>17</b> | <b>0,47</b> | <b>17</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,94</b> | <b>34</b>  | <b>0,47</b> | <b>17</b> | <b>0,47</b> | <b>17</b>  |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,94        | 34         | 0,47        | 17        | 0,47        | 17         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,94        | 34         | 0,47        | 17        | 0,47        | 17         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                | <b>2,06</b> | <b>74</b>  | <b>0,53</b> | <b>19</b> | <b>1,53</b> | <b>55</b>  |
| Реферат                                            | 0,75        | 27         | 0,25        | 9         | 0,5         | 18         |
| Контактная самостоятельная работа                  | 1,31        | -          | 0,28        | -         | 1,03        | -          |
| Самостоятельное изучение раз-делов дисциплины      |             | 47         |             | 10        |             | 37         |

|                                              |          |           |                |           |                |           |
|----------------------------------------------|----------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| <b>Виды контроля:</b>                        |          |           |                |           |                |           |
| <b>Экзамен</b>                               | <b>2</b> | <b>72</b> | <b>1</b>       | <b>36</b> | <b>1</b>       | <b>36</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 2        | 0,8       | 1              | 0,4       | 1              | 0,4       |
| Подготовка к экзамену                        |          | 71,2      |                | 35,6      |                | 35,6      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               |          |           | <b>Экзамен</b> |           | <b>Экзамен</b> |           |

| Виды учебной работы                                | Всего       |             | Семестр        |              |                |              |
|----------------------------------------------------|-------------|-------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
|                                                    |             |             | 2 семестр      |              | 3 семестр      |              |
|                                                    | ЗЕ          | Астр. ч.    | ЗЕ             | Астр. ч.     | ЗЕ             | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>5</b>    | <b>135</b>  | <b>2</b>       | <b>54</b>    | <b>3</b>       | <b>81</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>0,94</b> | <b>25,5</b> | <b>0,47</b>    | <b>12,75</b> | <b>0,47</b>    | <b>12,75</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,94</b> | <b>25,5</b> | <b>0,47</b>    | <b>12,75</b> | <b>0,47</b>    | <b>12,75</b> |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,94        | 25,5        | 0,47           | 12,75        | 0,47           | 12,75        |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,94        | 25,5        | 0,47           | 12,75        | 0,47           | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                | <b>2,06</b> | <b>55,5</b> | <b>0,53</b>    | <b>14,25</b> | <b>1,53</b>    | <b>41,25</b> |
| Реферат                                            | 0,75        | 20,25       | 0,25           | 6,75         | 0,5            | 13,5         |
| Контактная самостоятельная работа                  | 1,31        | -           | 0,28           | -            | 1,03           | -            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |             | 35,25       |                | 7,5          |                | 27,75        |
| <b>Виды контроля:</b>                              |             |             |                |              |                |              |
| <b>Экзамен</b>                                     | 2           | 54          | 1              | 27           | 1              | 27           |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       | 2           | <b>0,6</b>  | 1              | <b>0,3</b>   | 1              | <b>0,3</b>   |
| Подготовка к экзамену                              |             | <b>53,4</b> |                | <b>26,7</b>  |                | <b>26,7</b>  |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     |             |             | <b>Экзамен</b> |              | <b>Экзамен</b> |              |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                                                                                                                    | Академ. часов    |                                      |               |                                      |                |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|---------------|--------------------------------------|----------------|
|          |                                                                                                                                                      | Всего            | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Прак.<br>зан. | в т.ч.<br>в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Сам.<br>работа |
|          |                                                                                                                                                      | <b>2 семестр</b> |                                      |               |                                      |                |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Оптические стекла</b>                                                                                                                   | <b>7</b>         | <b>3</b>                             | <b>3</b>      | <b>3</b>                             | <b>4</b>       |
| <b>2</b> | <b>Раздел 2. Стекла с особыми свойствами: светорассеивающие, фотохромные, стекла, прозрачные в ИК области спектра</b>                                | <b>6</b>         | <b>2</b>                             | <b>2</b>      | <b>2</b>                             | <b>4</b>       |
| <b>3</b> | <b>Раздел 3. Стекла для волоконно-оптических систем связи</b>                                                                                        | <b>11</b>        | <b>6</b>                             | <b>6</b>      | <b>6</b>                             | <b>5</b>       |
| <b>4</b> | <b>Раздел 4. Люминесцирующие и лазерные стекла и стеклокристаллические материалы. Стекла с магнито-, электро- и нелинейно-оптическими свойствами</b> | <b>12</b>        | <b>6</b>                             | <b>6</b>      | <b>6</b>                             | <b>6</b>       |
|          | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                         | <b>36</b>        | <b>17</b>                            | <b>17</b>     | <b>17</b>                            | <b>19</b>      |
|          | <b>Экзамен</b>                                                                                                                                       | <b>36</b>        |                                      |               |                                      |                |
|          | <b>ИТОГО во 2 семестре</b>                                                                                                                           | <b>72</b>        |                                      |               |                                      |                |
|          |                                                                                                                                                      | <b>3 семестр</b> |                                      |               |                                      |                |
| <b>5</b> | <b>Раздел 5. Технологии нанесения покрытий на стекло</b>                                                                                             | <b>26</b>        | <b>7</b>                             | <b>7</b>      | <b>7</b>                             | <b>19</b>      |
| <b>6</b> | <b>Раздел 6. Функциональные покрытия на стекле</b>                                                                                                   | <b>46</b>        | <b>10</b>                            | <b>10</b>     | <b>10</b>                            | <b>36</b>      |
|          | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                         | <b>72</b>        | <b>17</b>                            | <b>34</b>     | <b>17</b>                            | <b>74</b>      |
|          | <b>Экзамен</b>                                                                                                                                       | <b>36</b>        |                                      |               |                                      |                |
|          | <b>ИТОГО в 3 семестре</b>                                                                                                                            | <b>108</b>       |                                      |               |                                      |                |
|          | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                         | <b>180</b>       |                                      |               |                                      |                |

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. Оптические стекла.

Роль стекол в современном оптическом материаловедении. Классификация оптических материалов. Взаимодействие электромагнитного излучения со стеклом – основные количественные соотношения. Спектральные свойства стекол. Оптические постоянные стекол. Хроматические aberrации и их устранение. Диаграмма Аббе. Правило Аббе. Нормальная прямая и "особые" стекла.

Бесцветные оптические стекла. Классификация бесцветных оптических стекол по типам согласно нормативной документации. Положение стекол разных типов на координатных полях диаграммы Аббе. Радиационно-стойкие оптические стекла. Нормируемые показатели качества оптического стекла. Однородность партии по показателю преломления и средней дисперсии, классы однородности. Свильность стекла. Категории и классы

свильности. Пузырность стекла. Категории и классы пузырности стекла. Двойное лучепреломление. Оптическая однородность стекла. Категории однородности согласно нормативной документации. Показатель ослабления.

Цветные оптические стекла. Типы и марки согласно нормативной документации. Нормируемые показатели качества. Спектральные характеристики. Методы контроля характеристик цветного оптического стекла.

Оптическое кварцевое стекло. Марки и нормируемые показатели качества оптического кварцевого стекла согласно нормативной документации.

Физико-химические основы производства оптического стекла. Особенности основных технологических процессов.

## **Раздел 2. Стекла с особыми свойствами: светорассеивающие, фотохромные, стекла, прозрачные в ИК области спектра**

Стекла с особыми свойствами. Стекла прозрачные в ИК области. Стеклообразователи бескислородных стекол. Марки ИК стекол, рабочий диапазон пропускания. Нормируемые показатели качества. Светорассеивающие стекла: классификация и свойства. Фотохромные стекла. Механизмы образования центров окрашивания в фотохромных стеклах. Марки фотохромных стекол и их свойства.

## **Раздел 3. Стекла для волоконно-оптических систем**

Явление полного внутреннего отражения в стекле как физическая основа передачи светового сигнала по световоду. Классификация, типы и свойства оптических волокон. Магистральные и специальные оптические волокна. Одномодовое и многомодовое оптическое волокно. Оптические и геометрические характеристики оптических волокон.

Методы получения оптических преформ на основе кварцевого и многокомпонентного стекла. Метод модифицированного химического парофазного осаждения – MCVD. Метод внешнего парофазного осаждения – OVD. Метод осевого парофазного осаждения – VAD. Технологии наращивания заготовок. Методы "двойного тигля" и "штабик в трубке". Технология вытяжки оптического волокна.

Основные направления и перспективы создания новых типов волоконных световодов и их применения в различных областях. Общая характеристика специальных оптических волокон. Фотоннокристаллические волокна. Активированные волокна для оптических усилителей и лазеров.

## **Раздел 4. Люминесцирующие и лазерные стекла и стеклокристаллические материалы**

Физические основы люминесценции стекол. Понятия и определения. Взаимодействия, определяющие спектры активированных сред. Термы редкоземельных ионов. Штарковская структура спектров редкоземельных ионов. Однородное и неоднородное уширение спектров. Спектры люминесценции. Спектры возбуждения люминесценции. Теория Джадда-Офельта. Квантовый и энергетический выход фотолюминесценции. Кинетика затухания люминесценции. Процессы трансформации энергии возбуждения в активированных материалах. Безызлучательная передача энергии электронных возбуждений между оптическими центрами и её проявления. Тушение и сенсibilизация люминесценции. Кросс-релаксация, ап-конверсия. Миграция возбуждений.

Лазерная генерация. Инверсия населенности. Способы создания инверсии населенности. Трех- и четырехуровневые схемы накачки активной среды лазера. Свойства лазерных стекол. Преимущества и недостатки лазерных стекол по сравнению с кристаллами. Промышленные марки лазерных стекол. Силикатные и фосфатные лазерные стекла.

Стекла с магнито-, электро- и нелинейно-оптическими свойствами. Эффект Фарадея. Постоянная Верде. Электрооптические эффекты. Генерация второй гармоники.

## **Раздел 5. Технологии нанесения покрытий на стекло**

Современное состояние производства стекол с покрытиями в мире и в России. Основные определения и цели нанесения покрытий на стекло. Классификация и общая ха-

рактеристика покрытий. «Твердые» и «мягкие» покрытия, покрытия «on-line» и «off-line» – принципы нанесения, преимущества и ограничения.

Классификация методов нанесения покрытий на стекло. Пиролитический метод – принцип нанесения, преимущества и ограничения, области применения, примеры. Вакуумные методы – принцип нанесения, преимущества и ограничения, примеры.

Классификация вакуумных методов по способу распыления материала покрытия. Использование испарения в вакууме (термическое испарение, испарение под воздействием электронного луча, лазерного луча), примеры.

Катодное распыление материала покрытия как основной метод создания покрытий на крупноразмерном листовом стекле. Физический принцип метода и его практическая реализация. Разновидности метода – высокочастотное распыление, реактивное распыление: отличительные особенности, области применения.

Технологическая схема нанесения покрытий на стекло. Подготовка поверхности стекла к нанесению покрытия как одна из важнейших технологических стадий. Требования к поверхности стекловидной подложки, разновидности методов очистки. Методы контроля чистоты поверхности стекла. Установки распыления материала покрытий периодического действия, непрерывного действия. Состав технологических линий нанесения вакуумно-магнетронных покрытий. Выходной контроль качества стекла с покрытием.

## **Раздел 6. Функциональные покрытия на стекле**

Классификация покрытий на листовом стекле по назначению (ведущим свойствам) и их общая характеристика.

Теплозащитные покрытия, их типы и виды. Низкоэмиссионные покрытия – определение, принцип работы в жаркое и холодное время года. Теплофизические параметры и количественная оценка свойств стекол с покрытиями, методика их расчета. Состав и структура низкоэмиссионных пиролитических и вакуумно-магнетронных покрытий. Сравнительная характеристика свойств «К-стекол» и «I-стекол». Эффективность применения стекол с низкоэмиссионными покрытиями в составе стеклопакетов. Солнцезащитные покрытия – неселективные и селективные: механизм их функционирования, сравнительная характеристика солнцезащитных свойств.

Зеркальные покрытия – типы, механизм функционирования. Строение серебряного зеркала. Спектральные свойства стекол с зеркальными покрытиями разного типа.

Антиотражающие антибликовые (просветляющие) покрытия. Связь коэффициента отражения стекла (с покрытием) и показателя преломления покрытия. Спектры отражения стекол с антиотражающими покрытиями. Оптимизация состава антиотражающих покрытий на стекле.

Покрытия с переменными спектральными характеристиками – фотохромные, электрохромные. Механизмы фотохромного и электрохромного эффектов и их реализация в стеклянных конструкциях.

Другие типы покрытий. Прозрачные токопроводящие покрытия. Виды, компоненты покрытий. Назначение, области применения. Самоочищающееся стекло с гидрофильным фотокаталитическим покрытием.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                                                                                                                             | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                     | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 | Раздел<br>5 | Раздел<br>6 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                               | Знать:                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                     |             |             |             |             |             |             |
| 1                                                                                                                             | – место и роль стеклообразных материалов, в том числе стекол с покрытиями, в современном наукоемком материаловедении;                                                                                                              |                                                                                                                                                     | +           | +           |             |             |             | +           |
| 2                                                                                                                             | – теоретические основы и принципы синтеза стекол специального технического назначения, особенности их химических составов и технологий;                                                                                            |                                                                                                                                                     | +           | +           | +           | +           |             |             |
| 3                                                                                                                             | – ведущие свойства, области применения, перспективы развития стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями.                                                                                                 |                                                                                                                                                     | +           | +           | +           | +           |             | +           |
|                                                                                                                               | Уметь:                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                     |             |             |             |             |             |             |
| 4                                                                                                                             | – формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями;                                           |                                                                                                                                                     | +           | +           | +           | +           |             | +           |
| 5                                                                                                                             | – проектировать составы технических стекол специального назначения в соответствии с заданными требованиями по уровню ведущих свойств;                                                                                              |                                                                                                                                                     | +           | +           |             | +           |             |             |
| 6                                                                                                                             | – обоснованно подбирать методы и технологические параметры производства стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями.                                                                                      |                                                                                                                                                     | +           | +           | +           |             | +           |             |
| 7                                                                                                                             | – рассчитывать и оценивать эксплуатационные показатели теплозащитных стекол в составе стеклопакетов.                                                                                                                               |                                                                                                                                                     |             |             |             |             |             | +           |
|                                                                                                                               | Владеть:                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                     |             |             |             |             |             |             |
| 8                                                                                                                             | – способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями;                                   |                                                                                                                                                     | +           | +           | +           | +           | +           | +           |
| 9                                                                                                                             | – методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных технических стекол в соответствии с их назначением;                                                                            |                                                                                                                                                     | +           | +           | +           |             | +           |             |
| 10                                                                                                                            | – способностью анализировать взаимосвязи «состав – структура – условия синтеза – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями. |                                                                                                                                                     | +           | +           |             | +           |             | +           |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения: |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                     |             |             |             |             |             |             |
|                                                                                                                               | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                              | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                         |             |             |             |             |             |             |
| 11                                                                                                                            | ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов                                                          | – ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ | +           | +           | +           | +           |             |             |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                    | – ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влия-                                                                                                | +           | +           | +           | +           |             |             |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |  |  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|--|--|
| 12 | (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств                                                                                                                                                                                        | ние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ                                                                                                           |   |   |   |   |  |  |
| 13 |                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ |   | + | + | + |  |  |
| 14 | ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | – ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ                                     | + | + | + | + |  |  |
| 15 |                                                                                                                                                                                                                                                   | – ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                                                                                               |   |   | + | + |  |  |
| 16 |                                                                                                                                                                                                                                                   | – ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ                                                                    | + | + | + | + |  |  |



## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 34 акад. ч. (17 акад. ч в 2 сем., разделы 1-4; 17 акад. ч в 3 сем., разделы 5 и 6).

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                             | Часы |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | 1                    | Промышленные оптические стекла                                                                                        | 1    |
| 2     | 1                    | Физико-химические основы производства оптического стекла                                                              | 2    |
| 3     | 2                    | Стекла с особыми свойствами: светорассеивающие и фотохромные стекла, стекла прозрачные в ИК области спектра           | 2    |
| 4     | 3                    | Явление полного внутреннего отражения в стекле. Классификация, типы и свойства оптических волокон.                    | 2    |
| 5     | 3                    | Методы получения оптических преформ на основе кварцевого и многокомпонентного стекла.                                 | 2    |
| 6     | 3                    | Основные направления и перспективы создания новых типов стеклянных световодов и их применения в различных областях.   | 2    |
| 7     | 4                    | Физические основы люминесценции стекол. Лазерная генерация. Способы создания инверсии населенности.                   | 2    |
| 8     | 4                    | Лазерные стекла: свойства, преимущества и недостатки, промышленные марки.                                             | 2    |
| 9     | 4                    | Стекла с магнито-, электро- и нелинейно-оптическими свойствами.                                                       | 2    |
| 10    | 5                    | Коррозионные процессы на поверхности листового стекла и их роль в технологии нанесения покрытий.                      | 3    |
| 11    | 5                    | Методы автоматического контроля чистоты поверхности листового стекла «on-line» перед нанесением покрытий              | 2    |
| 12    | 5                    | Состав и устройство установок «проходного» типа для нанесения вакуумно-магнетронных покрытий на стекло                | 2    |
| 13    | 6                    | Методы определения световых и солнечных характеристик солнцезащитных стекол                                           | 2    |
| 14    | 6                    | Методы определения тепловых характеристик теплозащитных стекол                                                        | 2    |
| 15    | 6                    | Расчет коэффициента эмиссии низкоэмиссионного стекла по его спектру отражения                                         | 3    |
| 16    | 6                    | Расчет сопротивления теплопередаче и коэффициента теплопередачи (U-фактора) многослойного светопрозрачного остекления | 3    |

## **6.2. Лабораторные занятия**

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## **7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Рабочей программой дисциплины «Специальные технологии стекол» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 19 акад. час. во 2 семестре и 55 акад. ч. в 3 семестре, в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и выполнение домашних заданий в объеме 10 часов во 2 семестре и 35 часов в 3 семестре, на подготовку рефератов отведено 9 часов во 2 семестре и 18 часов в 3 семестре.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного учебного материала;
- подготовку рефератов (2 и 3 семестры) по тематике разделов дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- подготовка доклада к практическим занятиям;
- выполнение домашних заданий;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзаменов по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за работу студента на практических занятиях (максимальная оценка 10 баллов), выполнения домашнего задания (максимальная оценка 20 баллов), написания реферата (максимальная оценка 30 баллов), и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы**

Реферат по дисциплине выполняется во 2 и 3 семестрах в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата: 30 баллов – 2 семестр, 30 баллов – 3 семестр.

#### **Примерная тематика рефератов 2 семестр**

1. Специальные оптические волокна и их применение в современной технике.
2. Показатели качества, пороки и дефекты оптического стекла; мероприятия по их предотвращению.
3. Бескислородные стекла, прозрачные в ИК-области – теоретические аспекты и практическое применение.
4. Нелинейно-оптические материалы на основе стекла.
5. Прозрачная люминесцирующая стеклокерамика.
6. Сравнительная характеристика и особенности методов получения оптического квар-

цевого стекла.

7. Параметры качества и методы контроля свойств оптических стекол.
8. Особенности технологии оптического стекла массовых марок.
9. Теория и практика тонкого отжига оптического стекла.
10. Ретроспективный анализ развития и совершенствования составов оптических стекол.
11. Современные оптические стекла с необычными оптическими постоянными.
12. Современные направления в технологии производства оптических волокон.
13. Основные положения теории Джадда-Офелта и люминесцентные свойства стекол.
14. Структурные особенности и свойства фосфатных и силикатных лазерных стекол.

### Примерная тематика рефератов 3 семестр

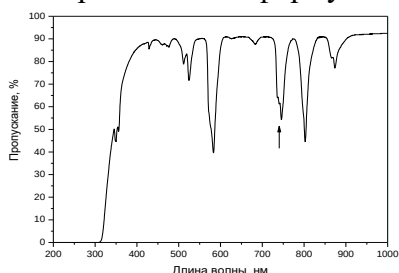
1. Ассортимент и характеристика листовых стекол с покрытиями различного назначения, производимых на отечественных предприятиях.
2. Мировой и российский рынок стекол с низкоэмиссионными покрытиями.
3. «On-line»-системы контроля чистоты поверхности листового стекла, предназначенного для нанесения покрытий.
4. Методы и особенности нанесения диэлектрических покрытий на листовое стекло.
5. Углеродные покрытия на стекле – типы, свойства, области применения.
6. Гидрофильные и гидрофобные покрытия на стекле.
7. Современные стекла с покрытиями, предназначенные для защиты от утечки информации.
8. «Умные» термохромные и электрохромные стекла – принципы создания и перспективы применения.
9. Стекла с покрытиями для солнечной энергетики.
10. Селективные покрытия по стеклу для солнечных элементов фототермических установок.
11. Структура и свойства многослойных селективных покрытий.
12. Эффективность применения стекол с покрытиями в солнечных батареях.
13. Методы расчета многослойных просветляющих и отражающих покрытий на стекле.
14. Новые возможности и перспективы применения стекол с покрытиями в строительной индустрии.
15. Конструирование многослойных энергетически эффективных покрытий для оконного стекла.
16. Методы определения светотехнических характеристик стекол и стеклоконструкций с низкоэмиссионными покрытиями.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

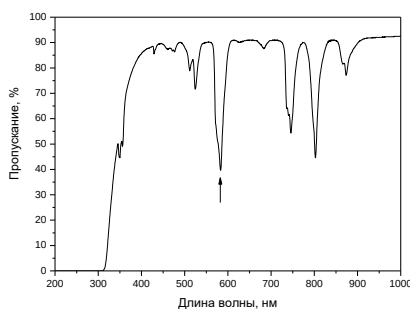
Для текущего контроля предусмотрено 2 домашних работы (по одной во 2 и 3 семестре). Максимальная оценка за домашнюю работу во 2 семестре составляет 20 баллов и в 3 семестре – 20 баллов.

#### Примерная тематика домашних заданий (2 семестр)

1. Рассчитать силу осциллятора указанной полосы поглощения на спектре пропускания стекла ГЛС-22 (толщина образца 1,3 мм, концентрация  $\text{Nd}^{3+}$   $2 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ ,  $n_e = 1.596$ ) с применением формулы Смакулы.



2. Рассчитать силу осциллятора указанной полосы поглощения на спектре пропускания стекла ГЛС-22 (толщина образца 1,3 мм, концентрация  $\text{Nd}^{3+} 2 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ ,  $n_e = 1.596$ ) с применением формулы Смакулы.



3. Описать и проиллюстрировать методику определения пузырности оптических стекол. Результаты представить в электронной форме.
4. Описать и проиллюстрировать методику определения свильности оптических стекол. Результаты представить в электронной форме.
5. Рассчитать среднее время жизни люминесценции образца стеклокерамики допированной ионами  $\text{Ni}^{2+}$  по приведенной кривой кинетики затухания люминесценции.

#### **Примерная тематика домашних заданий (2 семестр)**

1. Провести анализ методов и способов получения тонирующих покрытий на стекле применительно к автомобильным стеклам. Результаты представить в электронной форме.
2. Провести сравнительный анализ эффективности энергосберегающих ИК-отражающих стекол различных типов. Результаты представить в электронной форме.
3. Провести сравнительный анализ способов нанесения теплоотражающих покрытий на стекло. Результаты представить в электронной форме.
4. Провести анализ и обосновать выбор просветляющих покрытий для оптических стекол различных типов. Результаты представить в электронной форме.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен, 3 семестр – экзамен).**

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет (2 семестр) содержит 3 вопроса.

1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

Экзаменационный билет (3 семестр) содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

#### **8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен)**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-4 рабочей программы дисциплины и содержит три вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, 2 вопрос – 15 баллов, 3 вопрос – 10 баллов.

1. Взаимодействие электромагнитного излучения оптического диапазона со стеклом. Какие сопутствующие явления могут наблюдаться при поглощении света?
2. Сформулировать закон преломления и пояснить физический смысл относительного и абсолютного показателей преломления. Общий вид частотной зависимости показателя преломления. Нормальная и аномальная дисперсия.

3. Стекла для инфракрасной области спектра. Марки, показатель преломления, дисперсия и спектральные характеристики.
4. Сущность сенсibilизированной люминесценции. Приведите пример.
5. Рассчитать терм основного состояния  $\text{Er}^{3+}$ .

### 8.3.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 5 и 6 рабочей программы дисциплины и содержит два вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, 2 вопрос – 20 баллов.

1. Системы классификации покрытий на стекле по разным признакам. Общая характеристика покрытий разных типов.
2. «Твердые» покрытия на стекле – определение, методы нанесения, свойства. Преимущества и ограничения, области применения. Примеры.
3. Покрытия на стекле типа «on-line» – определение, методы нанесения, свойства. Преимущества и ограничения, области применения. Примеры.
4. Состав и структура теплозащитных пиролитических и вакуумно-магнетронных покрытий на стекле. Роль отдельных слоев покрытия в обеспечении его функционирования.
5. Технология низкоэмиссионных стекол с вакуумно-магнетронными покрытиями.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.5. Структура и примеры билетов для экзамена (2 семестр)

Экзамен по дисциплине «Специальные технологии стекол» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по 1-4 разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой ХТСиС</p> <p>_____ В.Н. Сигаев</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Министерство науки и высшего образования РФ                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Кафедра химической технологии стекла и ситаллов                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 18.04.01 «Химическая технология»<br>Магистерская программа - «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов» |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Специальные технологии стекол                                                                                                      |
| <p align="center"><b>Билет № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Взаимодействие электромагнитного излучения оптического диапазона со стеклом. Какие сопутствующие явления могут наблюдаться при поглощении света?</li> <li>2. Спонтанное и индуцированное излучение. Понятие об инверсной населенности. Способы создания инверсной населенности в лазерных стеклах.</li> </ol> |                                                                                                                                    |

### 8.6. Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр)

Экзамен по дисциплине «Специальные технологии стекол» проводится во 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 5 и 6 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена, оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим

образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой ХТСиС</p> <p>_____ В.Н. Сигаев</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p>                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b></p>                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Кафедра химической технологии стекла и ситаллов</b></p>                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>18.04.01 «Химическая технология»</b><br/><b>Магистерская программа - «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»</b></p> |
| <p><b>Специальные технологии стекол</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                          |
| <p><b>Билет № 1</b></p> <p>1. Покрытия на стекле типа «off-line» – определение, методы нанесения, свойства. Преимущества и ограничения, области применения. Примеры.</p> <p>2. Стекла с низкоэмиссионными покрытиями – виды, назначение, принцип работы, состав и структура покрытий. Эффективность применения низкоэмиссионных стекол в составе стеклопакетов.</p> |                                                                                                                                                          |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Немилов С.В. Оптическое материаловедение: Оптические стекла: учеб. пособие, курс лекций / С.В. Немилов. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 175 с.
2. Зверев В.А., Кривоустова Е.В., Точилина Т.В. Оптические материалы: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 400 с.
3. Немилов С.В. Научные основы материаловедения стекол: Учебное пособие. – 2е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 360 с

#### Б. Дополнительная литература

1. Лазерные фосфатные стекла / ред. М. Е. Жаботинский. - М.: Наука, 1980. - 352 с.
2. Материалы оптические. Методы измерений показателя преломления: ГОСТ 28869-90. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 19 с.
3. Стекло оптическое бесцветное. Метод определения оптической однородности на коллиматорной установке: ГОСТ 3518-80. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 10 с.
4. Стекло оптическое. Метод определения бессвильности: ГОСТ 3521-81. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 6 с.
5. Материалы оптические. Методы определения двулучепреломления: ГОСТ 3519-91. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 18 с.
6. Стекло и изделия из него. Методы определения оптических характеристик. Определение световых и солнечных характеристик: ГОСТ Р 54164–2010. – М.: Стандартинформ, 2010. – 36 с.
7. Стекло и изделия из него. Методы определения тепловых характеристик. Методы определения сопротивления теплопередаче: ГОСТ Р 54165– 2010. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.
8. Стекло и изделия из него. Метод определения тепловых характеристик. Определение коэффициента эмиссии: ГОСТ Р 54168. – М.: Стандартинформ, 2012. – 7 с.
9. Стекло с низкоэмиссионным мягким покрытием. Технические условия: ГОСТ 31364–2014. – М.: Стандартинформ, 2015.
10. Стекло с покрытием. Классификация: ГОСТ 32562.1–2013. – М.: Стандартинформ, 2014.

11. Стекло с низкоэмиссионным твердым покрытием. Технические условия: ГОСТ Р 54177. – 2010– М.: Стандартинформ, 2010. – 41 с.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы» ISSN: 0235-2206
- Ж. Стекло и керамика. ISSN: 0131-9582
- Ж. Физика и химия стекла. ISSN: 0132-6651
- Ж. Техника и технология силикатов. ISSN: 2076-0655
- Оптика и спектроскопия. ISSN PRINT: 0030-4034
- Journal of the American Ceramic Society. ISSN: 1551-2916
- Journal of non-crystalline solids. ISSN: 0022-3093
- Journal of Luminescence. ISSN: 0022-2313
- Optical Materials. ISSN: 0925-3467
- Journal of Applied Physics. ISSN: 0021-8979
- Рекламные материалы ведущих производителей стекла, стеклоизделий, оборудования для стекольной промышленности.

## **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 12, (общее число слайдов – 280);
- комплекты образцов стекол и стеклоизделий – 108;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Специальные технологии стекол» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы студента.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты образцов стекол и стеклоизделий.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; комплекты проспектов ведущих фирм-производителей специальных видов технического стекла и стекол с функциональными покрытиями.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

### **11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                                                                          | Реквизиты договора поставки            | Количество лицензий                            | Срок окончания действия лицензии                                                              |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                                                              | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                                    |
| 2.    | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li></ul> | Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019 | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.    | Kaspersky Endpoint Se-                                                                                                                                      | Договор № 99-                          | -                                              | 12 месяцев                                                                                    |



|  |                                                        |                                     |  |                                                                                             |
|--|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | curity для бизнеса –<br>Стандартный Russian<br>Edition | 155ЭА-<br>223/2024 от<br>25.11.2024 |  | (ежегодное продление<br>подписки с правом<br>перехода на<br>обновлённую версию<br>продукта) |
|--|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------|

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование модулей                                                      | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Методы контроля освоения программы                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рздел 1.<br>Оптические стекла                                             | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– место и роль стеклообразных материалов в современном наукоемком материаловедении;</li> <li>– теоретические основы и принципы синтеза оптических стекол, особенности их химических составов и технологий;</li> <li>– ведущие свойства, области применения, перспективы развития оптических стекол</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам технических стекол специального назначения;</li> <li>– проектировать составы технических стекол специального назначения в соответствии с заданными требованиями по уровню ведущих свойств;</li> <li>– обоснованно подбирать методы и технологические параметры производства стекол специального назначения.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий технических стекол специального назначения;</li> <li>– методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных технических стекол в соответствии с их назначением;</li> <li>– способностью анализировать взаимосвязи «состав – структура – условия синтеза – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии технических стекол специального назначения.</li> </ul> | <p>Оценка за работу на практических занятиях (2 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (2 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (2 семестр)</p> |
| Раздел 2.<br>Стекла с особыми свойствами: светорассеивающие, фотохромные, | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– место и роль стеклообразных материалов в современном наукоемком материаловедении;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Оценка за работу на практических занятиях (2 семестр)</p>                                                                           |

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>стекла, прозрачные в ИК области спектра.</p>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы и принципы синтеза оптических стекол, особенности их химических составов и технологий;</li> <li>– ведущие свойства, области применения, перспективы развития оптических стекол</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам технических стекол специального назначения;</li> <li>– проектировать составы технических стекол специального назначения в соответствии с заданными требованиями по уровню ведущих свойств;</li> <li>– обоснованно подбирать методы и технологические параметры производства стекол специального назначения.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий технических стекол специального назначения;</li> <li>– методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных технических стекол в соответствии с их назначением;</li> </ul> <p>способностью анализировать взаимосвязи «состав – структура – условия синтеза – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии технических стекол специального назначения.</p> | <p>Оценка за реферат (2 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (2 семестр)</p>                                                              |
| <p>Раздел 3.<br/>Стекла для волоконно-оптических систем</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы и принципы синтеза стекол для волоконно-оптических систем, особенности их химических составов и технологий;</li> <li>– ведущие свойства, области применения, перспективы развития стекол для волоконной оптики.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свой-</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Оценка за работу на практических занятиях (2 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (2 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (2 семестр)</p> |

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                          | <p>ствам технических стекол специального назначения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обоснованно подбирать методы и технологические параметры производства стекол специального.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий технических стекол специального назначения;</li> <li>– методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных технических стекол в соответствии с их назначением;</li> <li>– способностью анализировать взаимосвязи «состав – структура – условия синтеза – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии технических стекол специального назначения.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                     |
| <p>Раздел 4.<br/>Люминесцирующие и лазерные стекла и стеклокристаллические материалы</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– место и роль стеклообразных материалов в современном наукоемком материаловедении;</li> <li>– теоретические основы и принципы синтеза люминесцирующих стекол, особенности их химических составов и технологий;</li> <li>– ведущие свойства, области применения, перспективы развития стекол специального назначения.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам технических стекол специального назначения;</li> <li>– проектировать составы технических стекол специального назначения в соответствии с заданными требованиями по уровню ведущих свойств;</li> <li>– обоснованно подбирать методы и технологические параметры производства стекол специального назначения.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и</li> </ul> | <p>Оценка за работу на практических занятиях (2 семестр)</p> <p>Оценка за домашнюю работу (2 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (2 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (2 семестр)</p> |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | <p>технологий технических стекол специального назначения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных технических стекол в соответствии с их назначением;</li> <li>– способностью анализировать взаимосвязи «состав – структура – условия синтеза – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии технических стекол специального назначения.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                          |
| <p>Раздел 5.<br/>Технологии нанесения покрытий на стекло.</p> | <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обоснованно подбирать методы и технологические параметры производства стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями;</li> <li>– методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных технических стекол в соответствии с их назначением;</li> <li>– способностью анализировать взаимосвязи «состав – структура – условия синтеза – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями.</li> </ul> | <p>Оценка за работу на практических занятияхс</p> <p>Оценка за домашнюю работу (3 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p> |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Раздел 6.<br/>Функциональные<br/>покрытия на стекле</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– место и роль стекол с покрытиями в современном наукоемком материаловедении;</li> <li>– ведущие свойства, области применения, перспективы развития стекол с функциональными покрытиями.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями;</li> <li>– способностью анализировать взаимосвязи «состав – структура – условия синтеза – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии технических стекол специального назначения и стекол с функциональными покрытиями.</li> </ul> | <p>Оценка за работу на практических занятиях (3 семестр)</p> <p>Оценка за домашнюю работу (3 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p> |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Специальные технологии стекол»**  
**основной образовательной программы**  
 18.04.01 Химическая технология  
 магистерская программа  
 «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»

Форма обучения: очная

| Номер изменения/ дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                                      |
|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                          |                                 | протокол заседания Ученого совета<br>№ _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
| 2.                          |                                 | протокол заседания Ученого совета<br>№ _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
|                             |                                 | протокол заседания Ученого совета<br>№ _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
|                             |                                 | протокол заседания Ученого совета<br>№ _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
|                             |                                 | протокол заседания Ученого совета<br>№ _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теоретические и экспериментальные методы в химии»**

**Направление подготовки 18.04.01. Химическая технология**

**Магистерская программа – «Химическая технология  
высокотемпературных функциональных материалов»**

---

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена д.х.н., доц., зав. каф. коллоидной химии Н.Н. Гавриловой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Коллоидной химии «27» июня 2025 г., протокол № 14.

---

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой *Коллоидной химии* РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина *«Теоретические и экспериментальные методы в химии»* относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области коллоидной химии и химической технологии неорганических материалов, сорбентов, катализаторов и высокотемпературных материалов.

**Цель дисциплины** – получение знаний о современных методах исследования, необходимых для данного направления подготовки.

**Задачи дисциплины** – изучение теоретических и экспериментальных методов в химии, таких как «Определение элементного состава», «Дифракционные методы анализа», «Определение размеров частиц различных дисперсных материалов», «Методы определения удельной поверхности и других характеристик пористой структуры».

Дисциплина *«Теоретические и экспериментальные методы в химии»* преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                   | Объект или область знания                                                                                                                                       | Код и наименование ПК                                                                                                                                                              | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                          | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>                                                                                                                |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса | Химическое, химико-технологическое производство<br><br>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научно-исследовательских и опытно- | ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках | ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий                                                                        | Профессиональный стандарт 26.026 «Инженер технолог по производству листового стекла» 40.086 «Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве», 40.136 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в |
|                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                    | ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                   |                         |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| работ по разработке технологической документации. | конструкторских работ). | ПК-3<br>Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты                                   | ПК-3.1 Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | области материаловедения технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6). |
|                                                   |                         | ПК-4<br>Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ<br>ПК-4.3 Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|  |  |  |                                                                                                         |  |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  | алгоритмов обработки результатов<br>испытаний и исследований с<br>использованием прикладных<br>программ |  |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- основные особенности и характеристики дисперсных систем; основные методы определения элементного состава материалов; экспериментальные методы определения кристаллической структуры вещества; теоретические основы рентгенографии, нейтронографии, электронографии; основные методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава; теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов; теоретические основы адсорбции на пористых материалах; основные уравнения и модели, описывающие адсорбцию на различных материалах; экспериментальные методы определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам.

*Уметь:*

- определять элементный анализ дисперсных материалов; проводить идентификацию фаз моно и многофазных образцов по данным рентгенофазового анализа; определять параметры кристаллической решетки и размер кристаллитов по данным рентгенофазового анализа; составлять морфологическое описание, проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований, рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа; проводить анализ пористой структуры; проводить расчет удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам по данным адсорбционных измерений.

*Владеть:*

- методами определения элементного состава; методами определения фазового состава и параметров кристаллической структуры соединения; методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов; экспериментальными методами определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам; теоретическими основами расчетов удельной поверхности и других характеристик пористой структуры из адсорбционных данных.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины |             |             |
|----------------------------------------------------|------------------|-------------|-------------|
|                                                    | ЗЕ               | Акад. ч.    | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>3</b>         | <b>108</b>  | <b>81</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>0,944</b>     | <b>34</b>   | <b>25,5</b> |
| Лекции                                             | 0,472            | 17          | 12,75       |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,472            | 17          | 12,75       |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>1,055</b>     | <b>38</b>   | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа ( <i>АттмК</i> ) | <b>0,011</b>     | <b>0,4</b>  | <b>0,3</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                  |             |             |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                  |             |             |
| <b>Экзамен</b>                                     | <b>0,989</b>     | <b>35,6</b> | <b>26,7</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       |                  |             |             |
| Подготовка к экзамену.                             |                  |             |             |

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| <b>Вид итогового контроля:</b> | <b>Экзамен</b> |
|--------------------------------|----------------|



#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                 | Академ. часов |             |               |                |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|---------------|----------------|
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Всего         | Лек-<br>ции | Прак.<br>Зан. | Сам.<br>работа |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Основные характеристики дисперсных систем</b>                                                                                                                                                                                                                        | <b>1,5</b>    | <b>0,5</b>  | <b>-</b>      | <b>1</b>       |
|          | Классификация дисперсных систем. Основные характеристики дисперсных материалов и методы их исследования. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии. Современные инструментальные методы исследования как основа технологии материалов с заданными свойствами. | 1,5           | 0,5         | -             | 1              |
| <b>2</b> | <b>Раздел 2. Определение элементного состава материалов</b>                                                                                                                                                                                                                       | <b>10,5</b>   | <b>1,5</b>  | <b>4</b>      | <b>5</b>       |
| 2.1      | Определение элементного состава, постановка задачи и выбор метода исследования.                                                                                                                                                                                                   | 4             | -           | 2             | 2              |
| 2.2      | Атомная спектроскопия. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.                                                                                                                                                                      | 0,5           | 0,5         | -             | -              |
| 2.3      | Рентгеновская спектроскопия. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.                                                                                                                                                                | 1             | 0,5         | -             | 0,5            |
| 2.4      | Масс-спектрометрический анализ. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.                                                                                                                                                             | 1             | 0,5         | -             | 0,5            |
| 2.5      | Сравнение различных методов определения элементного состава, их преимущества и недостатки. Особенности пробоподготовки и проведения анализа.                                                                                                                                      | 4             | -           | 2             | 2              |
| <b>3</b> | <b>Раздел 3. Дифракционные методы анализа</b>                                                                                                                                                                                                                                     | <b>16</b>     | <b>2</b>    | <b>6</b>      | <b>8</b>       |
| 3.1      | Рентгенография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения метода.                                                                                                                                                                      | 4             | 1           | 1             | 2              |
| 3.2      | Идентификация фаз в одно и многокомпонентных дисперсных системах. Определение параметров кристаллической решетки и размера кристаллита анализируемого вещества.                                                                                                                   | 4             | -           | 2             | 2              |
| 3.3      | Электронография и нейтронография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения методов.                                                                                                                                                   | 4             | 1           | 1             | 2              |
| 3.4      | Идентификация фазового состава по данным электронографии.                                                                                                                                                                                                                         | 4             | -           | 2             | 2              |
| <b>4</b> | <b>Раздел 4. Определение размера и формы частиц</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>22</b>     | <b>4</b>    | <b>6</b>      | <b>12</b>      |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |   |   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 4.1 | Дисперсионный анализ. Методы дисперсионного анализа и интервалы их применимости. Ситовой анализ. Седиментационный анализ. Счетчик Коултера. Физико-химические основы, преимущества и ограничения методов. Определение размеров частиц с использованием данных по дифракции и адсорбции.                                                                                                              | 3 | 1 | - | 2 |
| 4.2 | Различные формы элементов дисперсной фазы. Параметры, используемые для характеристики размеров частиц неправильной формы. Функции распределения и их графическое представление. Статистические распределения для описания дисперсного состава.                                                                                                                                                       | 4 | 1 | 1 | 2 |
| 4.3 | Микроскопические методы определения дисперсного состава. Оптическая микроскопия. Основы метода. Классификация оптических микроскопов. Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Методика микроскопического анализа.                                                                                            | 3 | - | 1 | 2 |
| 4.4 | Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Метод темного и светлого поля. Методика проведения анализа.<br>Сканирующая электронная микроскопия. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Использование вторичных и отраженных электронов. Методика проведения анализа. Аналитические методы, используемые в электронной микроскопии. | 2 | - | 1 | 1 |
| 4.5 | Сканирующая зондовая микроскопия. Основы метода. Преимущества и ограничения. Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Различные режимы работы микроскопа. Методика проведения анализа. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа.                                                     | 2 | - | 1 | 1 |
| 4.6 | Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям. Цифровое изображение и его обработка. Морфологическое описание. Методика проведения подсчета частиц. Расчет и построение кривых распределения частиц по размерам.                                                                                                                                                                             | 4 | - | 2 | 2 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |           |           |           |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 4.7 | Определение размеров частиц методом светорассеяния. Турбидиметрия и нефелометрия. Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода и аппаратное оформление. Преимущества и ограничения методов.<br>Определение размеров частиц методом малоуглового рассеяния. Рассеяние рентгеновских и нейтронных лучей. Основы метода. Преимущества и ограничения.                                                                                                                    | 4           | 2         | -         | 2         |
| 5   | <b>Раздел 5. Определение удельной поверхности и других характеристик пористой структуры</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>22</b>   | <b>9</b>  | <b>1</b>  | <b>12</b> |
| 5.1 | Основные характеристики дисперсных и пористых материалов. Классификации пористых структур. Модельные формы пор. Анализ изотерм адсорбции на различных материалах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4           | 2         | -         | 2         |
| 5.2 | Особенности адсорбции на макропористых материалах. Модели и уравнения, используемые для описания адсорбции на макропористых материалах. Экспериментальные методы определения удельной поверхности.                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3           | 1         | -         | 2         |
| 5.3 | Адсорбция на пористых материалах. Теории капиллярной конденсации и объемного заполнения микропор.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3           | 1         | -         | 2         |
| 5.4 | Расчет характеристик мезо- и микропористых материалов. Выбор моделей и уравнений для расчета характеристик пористой структуры материалов. Расчет распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам с использованием различных методов расчета (модельные и безмодельные). Учет толщины адсорбционного слоя при расчете распределения пор по размерам. Расчет характеристик микропор. Определение объема и размера микропор на основании уравнений Дубинина. | 4           | 1         | 1         | 2         |
| 5.5 | Экспериментальные методы исследования пористой структуры веществ. Адсорбционные методы, методы ртутной и эталонной порометрии. Преимущества и недостатки методов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4           | 2         | -         | 2         |
| 5.6 | Сравнительные методы анализа в адсорбции. Определение внешней удельной поверхности и истинного объема микропор.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3           | 2         | -         | 1         |
|     | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>72</b>   | <b>17</b> | <b>17</b> | <b>38</b> |
|     | <b>АТТК</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>0,4</b>  |           |           |           |
|     | <b>Экзамен</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>35,6</b> |           |           |           |
|     | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>108</b>  |           |           |           |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Основные характеристики дисперсных систем**

Классификация дисперсных систем. Основные характеристики дисперсных материалов и методы их исследования. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии. Современные инструментальные методы исследования как основа технологии материалов с заданными свойствами.

### **Раздел 2. Определение элементного состава материалов**

2.1 Определение элементного состава, постановка задачи и выбор метода исследования

2.2. Атомная спектроскопия. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.

2.3. Рентгеновская спектроскопия. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.

2.4. Масс-спектрометрический анализ. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения.

2.5. Сравнение различных методов определения элементного состава, их преимущества и недостатки. Особенности пробоподготовки и проведения анализа.

### **Раздел 3. Дифракционные методы анализа**

3.1. Рентгенография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения метода.

3.2. Идентификация фаз в одно и многокомпонентных дисперсных системах. Определение параметров кристаллической решетки и размера кристаллита анализируемого вещества.

3.3. Электронография и нейтронография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения методов.

3.4 Идентификация фазового состава по данным электронографии.

### **Раздел 4. Определение размера и формы частиц**

4.1. Дисперсионный анализ. Методы дисперсионного анализа и интервалы их применимости. Ситовой анализ. Седиментационный анализ. Счетчик Коултера. Физико-химические основы, преимущества и ограничения методов. Определение размеров частиц с использованием данных по дифракции и адсорбции.

4.2. Различные формы элементов дисперсной фазы. Параметры, используемые для характеристики размеров частиц неправильной формы. Функции распределения и их графическое представление. Статистические распределения для описания дисперсного состава.

4.3. Микроскопические методы определения дисперсного состава. Оптическая микроскопия. Основы метода. Классификация оптических микроскопов. Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Методика микроскопического анализа.

4.4. Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Метод темного и светлого поля. Методика проведения анализа. Сканирующая электронная микроскопия. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Использование вторичных и отраженных электронов. Методика проведения анализа. Аналитические методы, используемые в электронной микроскопии.

4.5. Сканирующая зондовая микроскопия. Основы метода. Преимущества и ограничения. Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Различные режимы работы микроскопа. Методика проведения анализа. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа.

4.6. Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям. Цифровое изображение и его обработка. Морфологическое описание. Методика проведения подсчета частиц. Расчет и построение кривых распределения частиц по размерам.

4.7. Определение размеров частиц методом светорассеяния. Турбидиметрия и нефелометрия. Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода и аппаратное оформление. Преимущества и ограничения методов.

Определение размеров частиц методом малоуглового рассеяния. Рассеяние рентгеновских и нейтронных лучей. Основы метода. Преимущества и ограничения.

## **Раздел 5. Определение удельной поверхности и других характеристик пористой структуры**

5.1. Основные характеристики дисперсных и пористых материалов. Классификации пористых структур. Модельные формы пор. Анализ изотерм адсорбции на различных материалах.

5.2. Особенности адсорбции на макропористых материалах. Модели и уравнения, используемые для описания адсорбции на макропористых материалах. Экспериментальные методы определения удельной поверхности.

5.3. Адсорбция на пористых материалах. Теории капиллярной конденсации и объемного заполнения микропор.

5.4. Расчет характеристик мезо- и микропористых материалов. Выбор моделей и уравнений для расчета характеристик пористой структуры материалов. Расчет распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам с использованием различных методов расчета (модельные и безмодельные). Учет толщины адсорбционного слоя при расчете распределения пор по размерам. Расчет характеристик микропор. Определение объема и размера микропор на основании уравнений Дубинина.

5.5. Экспериментальные методы исследования пористой структуры веществ. Адсорбционные методы, методы ртутной и эталонной порометрии. Преимущества и недостатки методов.

5.6. Сравнительные методы анализа в адсорбции. Определение внешней удельной поверхности и истинного объема микропор.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                                                            | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 | Раздел<br>5 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                               |             |             |             |             |             |
| 1  | - основные особенности и характеристики дисперсных материалов;                                                                                                                                                                              | +           |             |             |             |             |
| 2  | - основные методы определения элементного состава материалов;                                                                                                                                                                               |             | +           |             |             |             |
| 3  | - экспериментальные методы определения кристаллической структуры вещества; теоретические основы рентгенографии, нейтронографии, электронографии;                                                                                            |             |             | +           |             |             |
| 4  | - основные методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава; теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов;                     |             |             |             | +           |             |
| 5  | - теоретические основы адсорбции на пористых материалах; основные уравнения и модели, описывающие адсорбцию на различных материалах; экспериментальные методы определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам. |             |             |             |             | +           |
|    | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                               |             |             |             |             |             |
| 6  | - осуществлять постановку задачи научного исследования, планирование и проведение экспериментальных исследований;                                                                                                                           | +           | +           | +           | +           | +           |
| 7  | - определять элементный анализ материалов;                                                                                                                                                                                                  |             | +           |             |             |             |
| 8  | - проводить идентификацию фаз моно и многофазных образцов по данным рентгенофазового анализа; определять параметры кристаллической решетки и размер кристаллитов по данным рентгенофазового анализа;                                        |             |             | +           |             |             |
| 9  | - составлять морфологическое описание, проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований, рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа;                                                        |             |             |             | +           |             |
| 10 | - проводить анализ пористой структуры; проводить расчет удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам по данным адсорбционных измерений;                                                                                 |             |             |             |             | +           |
| 11 | проводить анализ научно-технической литературы                                                                                                                                                                                              | +           | +           | +           | +           | +           |
|    | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                             |             |             |             |             |             |
| 12 | – теоретическими и экспериментальными методами исследования в химии;                                                                                                                                                                        | +           |             |             |             |             |
| 13 | – методами определения элементного состава;                                                                                                                                                                                                 |             | +           |             |             |             |

|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 14                                                                                                                  | – методами определения фазового состава и параметров кристаллической структуры соединения; методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов;                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | + |   |   |
| 15                                                                                                                  | – экспериментальными методами определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам; теоретическими основами расчетов удельной поверхности и других характеристик пористой структуры из адсорбционных данных; |                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   | + |   |
| 16                                                                                                                  | – планированием и проведением научных исследований; способами поиска и анализа научно-технической литературы.                                                                                                                        | +                                                                                                                                                                                                                                                                        | + | + | + | + |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>компетенции и индикаторы их достижения:</b> |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |
|                                                                                                                     | <b>Код и наименование ПК<br/>(перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                                   | <b>Код и наименование индикатора достижения<br/>ПК (перечень из п.2)</b>                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |
| 17                                                                                                                  | ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках                                                    | ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий                                                                                                                                                                                            | + | + | + | + |
|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                      | ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов                                                                                                                     | + | + | + | + |
| 18                                                                                                                  | ПК-3<br>Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты                                 | ПК-3.1 Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов                                                                                                                                                       | + | + | + | + |
| 19                                                                                                                  | ПК-4<br>Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их                                        | ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ | + | + | + | + |

|  |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |   |   |   |
|--|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
|  | исследования и проектирования их свойств | ПК-4.3 Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ | + | + | + | + | + |
|--|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|



## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 25-акад. ч. Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                                     | Часы |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | Раздел 2             | Определение элементного состава, постановка задачи и выбор метода исследования                                                                                                                                                                | 2    |
| 2     | Раздел 2             | Сравнение различных методов определения элементного состава, их преимущества и недостатки. Особенности пробоподготовки и проведения анализа                                                                                                   | 2    |
| 3     | Раздел 3             | Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ. Идентификация фаз в одно- и многокомпонентных системах. Определение параметров кристаллической решетки анализируемого вещества и размеров кристаллитов                                          | 1    |
| 4     | Раздел 3             | Рентгенография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения метода.                                                                                                                                  | 2    |
| 5     | Раздел 3             | Электроннография и нейтронография. Физико-химические основы метода. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения методов.                                                                                                              | 1    |
| 4     | Раздел 3             | Идентификация фазового состава по данным электроннографии                                                                                                                                                                                     | 2    |
| 5     | Раздел 4             | Различные формы элементов дисперсной фазы. Параметры, используемые для характеристики размеров частиц неправильной формы. Функции распределения и их графическое представление. Статистические распределения для описания дисперсного состава | 1    |
| 6     | Раздел 4             | Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям. Цифровое изображение и его обработка. Морфологическое описание. Методика проведения подсчета частиц. Расчет и построение кривых распределения частиц по размерам                       | 1    |
|       | Раздел 4             | Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Методика микроскопического анализа.                                                                           | 1    |
|       | Раздел 4             | Методика проведения анализа. Аналитические методы, используемые в электронной микроскопии.                                                                                                                                                    | 1    |
|       | Раздел 4             | Методика проведения анализа. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа.                                                                                                       | 2    |
|       | Раздел 4             | Определение размеров частиц методом светорассеяния. Турбидиметрия и нефелометрия. Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода и аппаратное оформление. Преимущества и ограничения методов.                                              | 1    |

|   |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |
|---|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |          | Определение размеров частиц методом малоуглового рассеяния. Рассеяние рентгеновских и нейтронных лучей. Основы метода. Преимущества и ограничения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |
| 7 | Раздел 5 | Основные характеристики дисперсных и пористых материалов. Классификации пористых структур. Модельные формы пор. Анализ изотерм адсорбции на различных материалах                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2 |
| 8 | Раздел 5 | Расчет характеристик мезо- и микропористых материалов. Выбор моделей и уравнений для расчета характеристик пористой структуры материалов. Расчет распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам с использованием различных методов расчета (модельные и безмодельные). Учет толщины адсорбционного слоя при расчете распределения пор по размерам. Расчет характеристик микропор. Определение объема и размера микропор на основании уравнений Дубинин | 2 |
| 9 | Раздел 5 | Сравнительные методы анализа в адсорбции. Определение внешней удельной поверхности и истинного объема микропор                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1 |

## 6.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Теоретические и экспериментальные методы в химии» не предусмотрен.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы в химии» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 38 ч во 2 семестре плюс 36 ч (подготовка к экзамену). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- выполнение домашних работ;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционной дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 20 баллов), домашних работ (максимальная оценка 40 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.**

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

### **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по разделам 2 и 3). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет по 10 баллов за каждую. 40 баллов отводятся на домашние работы.

**Примеры вопросов к контрольной работе № 1. (Разделы 2 и 3). Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 теоретических вопроса. (вопросы 1 и 2 оцениваются в 2 балла, вопрос 3 – в 6 баллов).**

#### **Раздел 2. Определение элементного состава**

1. Перечислите методы, относящиеся к оптической спектроскопии. Укажите диапазон длин волн электромагнитного излучения, относящийся к данной группе методов.
2. Перечислите методы, относящиеся к рентгеновской спектроскопии. Укажите диапазон длин волн электромагнитного излучения, относящийся к рентгеновскому излучению.
3. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.
4. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.
5. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.
6. Рентгеновская спектроскопия. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.
7. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Основы метода. Возможности и недостатки метода.
8. Оже-спектроскопия. Основы метода. Возможности и недостатки метода.
9. Масс-спектрометрический анализ элементного состава. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.
10. Перечислите возможные способы перевода пробы в атомарный пар.
11. Перечислите возможные источники возбуждения в атомно-эмиссионной спектроскопии.
12. Перечислите какие газовые смеси используются для получения пламени в атомно-абсорбционной спектроскопии.
13. Перечислите способы ионизации (перевода атомов в заряженное состояние) жидких и твердых образцов для проведения масс-спектрометрического анализа.
14. Перечислите возможные источники света, используемого в атомно-эмиссионной спектроскопии.
15. Какие материалы используются для изготовления элементов (кюветы линзы, окна и пр.) спектральных приборов в УФ, видимой и ИК-областях?

### **Раздел 3. Дифракционные методы анализа**

1. Перечислите методы проведения дифракционного анализа. Укажите диапазон длин волн электромагнитного излучения, относящийся к рентгеновскому диапазону.
2. Рентгенография. Основы метода. Блок-схема с указанием назначения основных узлов дифрактометра. Возможности и недостатки метода.
3. Электронография. Основы метода. Блок-схема с указанием назначения основных узлов. Возможности и недостатки метода.
4. Нейтронография. Основы метода. Блок-схема с указанием назначения основных узлов. Возможности и недостатки метода.
5. Перечислите основное назначение рентгеноструктурного и рентгенофазового анализов. Укажите какие параметры кристаллической структуры они позволяют определить.
6. Перечислите методы получения дифракционного эффекта в рентгенографии. Укажите для каких материалов они применимы.
7. От каких условий зависит точность снятия рентгенограммы?
8. Какая информация содержится в файле PDF (Powder Diffraction File)?
9. Какой элемент рентгеновской трубки определяет длину волны рентгеновского излучения?
10. Какой элемент рентгеновской трубки является источником электронов?
11. Какого назначения фильтра (фольги из металла) в рентгеновских трубках?
12. Каково назначение коллиматора в рентгеновских дифрактометрах?
13. По какому принципу подбирается материал фильтра в рентгеновских трубках?
14. Каким образом может быть рассчитано межплоскостное расстояние по данным дифракции рентгеновских лучей? В ответе приведите уравнение.
15. Каким образом может быть рассчитано межплоскостное расстояние по данным дифракции электронов? В ответе приведите уравнение.

**Примеры вопросов к контрольной работе № 2. (Раздел 4). Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 теоретических вопроса. (вопросы 1 и 2 оцениваются в 2 балла, вопрос 3 – в 6 баллов).**

### **Раздел 4. Определение размера и формы частиц**

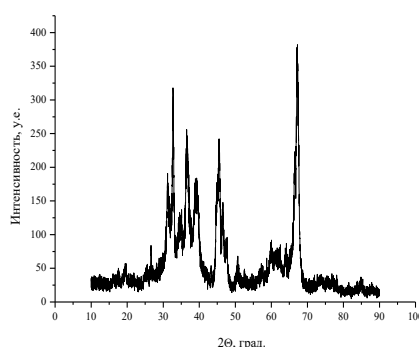
1. Перечислите методы определения размеров частиц, лежащих в диапазоне от 1 до 100 мкм.
2. Перечислите методы определения размеров частиц, лежащих в диапазоне от 1 до 100 нм.
3. Перечислите методы определения размеров частиц, лежащих в диапазоне от 1 до 10 нм.
4. Перечислите методы определения размеров частиц, позволяющие определить массовое распределение частиц по размерам.
6. Перечислите методы определения размеров частиц, позволяющие определить численное распределение частиц по размерам.
7. Перечислите методы определения размеров частиц, позволяющие определить поверхностное распределение частиц по размерам.
8. Оптическая микроскопия. Основы метода. Схема оптического микроскопа с указанием назначения основных узлов прибора. Возможности и недостатки метода.
9. Сканирующая электронная микроскопия. Основы метода. Схематичное изображение микроскопа. Возможности и недостатки метода.
10. Счетчик Коултера. Основы метода. Схема прибора. Возможности и недостатки метода.
11. Просвечивающая электронная микроскопия. Основы метода. Схематичное изображение микроскопа. Возможности и недостатки метода.
12. Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода. Схема спектрометра с указанием назначения основных узлов прибора. Возможности и недостатки метода.
13. Приведите назначение дисперсионного анализа. Какие параметры он позволяет определить?

14. Что собой представляет величина гидродинамического радиуса, определяемого методом ФКС?
15. Какие параметры используются для характеристики размеров частиц? В каких случаях они используются?
16. Что собой представляет морфологическое описание, какие параметры должны быть в нем указаны?
17. Чем определяется разрешающая способность оптического микроскопа? Каким образом ее можно улучшить?
18. Какие образцы можно исследовать методом ФКС? Каковы особенности пробоподготовки?
19. Какие образцы можно исследовать с помощью оптической микроскопии? Каковы особенности пробоподготовки?
20. Какие образцы можно исследовать с помощью СЭМ? Каковы особенности пробоподготовки?

### Домашнее задание №1 (Раздел 3)

Домашнее задание содержит 2 задачи. Задание оценивается в 8 баллов (по 4 баллов каждая задача).

1. Проведите идентификацию фазового состава оксидов алюминия по представленной рентгенограмме.



2. Результаты идентификации представьте в виде таблицы:

| Исследуемый образец |         |      | Соединение [№ карточки] |      | Соединение [№ карточки] |      | Соединение [№ карточки] |      |
|---------------------|---------|------|-------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|------|
| 2Θ, град            | I, у.е. | I, % | 2Θ, град                | I, % | 2Θ, град                | I, % | 2Θ, град                | I, % |
|                     |         |      |                         |      |                         |      |                         |      |
|                     |         |      |                         |      |                         |      |                         |      |

В ответе укажите: формулу соединения, сингонию, параметры кристаллической решетки.

3. Рассчитайте размер кристаллитов (в нм) полученного соединения по уширению дифракционной линии ( $2\Theta = 67^\circ$ ), используя уравнение Селякова-Шеррера. В расчетах примите длину волны излучения  $\lambda$ , равной 0,154 нм, а значение полной ширины на полувысоте для эталонного образца – 0,0044 рад.

### Домашнее задание №2 (Раздел 4)

Домашнее задание содержит 4 задачи. Задание оценивается в 12 баллов (по 3 балла

**каждая задача).**

1. Составить морфологическое описание частиц, изображение которых представлено на микрофотографии.
2. Измерить размеры частиц, рассчитать необходимые данные, построить дифференциальные кривые численного, поверхностного и массового распределения частиц по размерам. Параметр, который будет характеризовать размер частиц – диаметр Фере.
3. Рассчитать степень полидисперсности исследуемого образца.
4. Численно охарактеризовать форму частиц, выбрав соответствующий параметр, на примере нескольких частиц (3-5 шт).

В ответе указать: морфологическое описание, форму частиц, преобладающие размеры.

### **Домашнее задание №3 (Раздел 5)**

**Домашнее задание содержит 5 задач. Задание оценивается в 20 баллов (1 задача – 3 балла, 2 задача – 8 баллов, 3 задача – 3 балла, 4 задача – 2 балла, 5 задача – 4 балла).**

1. По экспериментально полученным данным адсорбции азота при 77К на образце активированного угля постройте изотерму адсорбции. Проведите ее анализ. Рассчитайте удельную поверхность методом БЭТ. Сделайте вывод о пористой структуре исследуемого образца.
2. Рассчитайте и постройте интегральные и дифференциальные кривые распределения объема и поверхности мезопор по размерам, используя метод Пирса. Определите общий объем и поверхность мезопор. Молярный объем азота примите равным  $34,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$ , поверхностное натяжение  $\sigma = 8,72 \text{ мДж/м}^2$ . Для расчета зависимости  $t=f(P/P_s)$  используйте уравнение Гаркинса – Юра.
3. По тем же экспериментальным данным рассчитайте удельную поверхность мезопор безмодельным методом Киселева. Сопоставьте с результатами задания 2.
4. Определите параметры уравнения Дубинина-Астахова, используя данные в интервале давлений, отвечающих заполнению микропор. Рассчитайте объем микропор.
5. Определите удельный объем микропор и внешнюю удельную поверхность образца с использованием t-метода де-Бура. Для расчета зависимости  $t=f(P/P_s)$  используйте уравнение Гаркинса – Юра. Сопоставьте объем микропор с результатами, полученными в пункте 4.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен)**

Максимальное количество баллов за **экзамен** – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 5 баллов, вопрос 4 – 5 баллов.

**Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен). Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов**

1. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Основы метода. Блок-схема проведения анализа. Какие источники теплового излучения используются и как это влияет на определяемые элементы. Возможности и недостатки метода.
2. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Блок-схема проведения анализа. Какие виды атомизаторов и источников излучения используются в методе. Возможности и недостатки метода.
3. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Основы метода. Блок-схема проведения анализа. Возможности и недостатки метода.
4. Рентгеновская спектроскопия (РЭС, РАС, РФС). Основы метода. Блок-схема проведения анализа. Принципы работы анализаторов. Возможности и недостатки метода.
5. Рентгенофотоэлектронная спектроскопия. Основы метода. Блок-схема проведения анализа. Возможности и недостатки метода.

6. Оже-электронная спектроскопия. Основы метода. Схематичное изображение прибора. Возможности и недостатки метода.
7. Масс-спектрометрический анализ элементного состава. Основы метода. Аппаратурное оформление. Перечислите способы ионизации проб в различном агрегатном состоянии. Возможности и недостатки метода.
8. Масс-спектрометрический анализ элементного состава. Основы метода. Аппаратурное оформление. Перечислите виды масс-анализаторов и кратко опишите принцип их действия. Возможности и недостатки метода.
9. Рентгенография. Блок-схема рентгеновского дифрактометра (укажите назначение основных узлов дифрактометра). Возможности и недостатки метода.
10. Электронография. Основы метода. Укажите основные особенности электронов. Схематичное изображение прибора. Вид дифракционных картин для различных материалов. Преимущества и недостатки метода.
11. Нейтронография. Основы метода. Укажите характерные особенности нейтронов. В чем заключается отличие дифракционной картины. Схематичное изображение прибора. Преимущества и недостатки метода.
12. Оптическая микроскопия. Основы метода. Схема оптического микроскопа с указанием назначения основных узлов прибора. Возможности и недостатки метода.
13. Сканирующая электронная микроскопия. Основы метода. Схематичное изображение микроскопа. Возможности и недостатки метода.
14. Просвечивающая электронная микроскопия. Основы метода. Схематичное изображение микроскопа. Возможности и недостатки метода.
15. Сканирующая туннельная микроскопия. Основы метода. Режимы работы микроскопа. Возможности и недостатки метода.
16. Атомно-силовая микроскопия. Основы метода. Режимы работы микроскопа. Возможности и недостатки метода.
17. Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода. Схема спектрометра с указанием назначения основных узлов прибора. Возможности и недостатки метода.
18. Волюмометрический метод измерения адсорбции. Принцип действия, схема основного узла анализатора, уравнения для расчетов. Преимущества и недостатки метода.
19. Гравиметрический метод измерения адсорбции. Принцип действия, схема основного узла анализатора, уравнения для расчетов. Преимущества и недостатки метода.
20. Метод ртутной порометрии. Основы метода, уравнения для расчетов. Виды порозиметров и их назначение. Преимущества и недостатки метода.
21. Метод эталонной порометрии. Основы метода, уравнения для расчетов. Требования к эталонам. Преимущества и недостатки метода.
22. Приведите уравнение для расчета величины линейного разрешения оптического микроскопа. Каким способом можно изменить этот параметр?
23. Приведите составы газовых смесей, используемых в пламенных атомизаторах? По какому принципу составляются такие смеси?
24. Приведите уравнение Вульфа-Брэгга. Какие параметры входят в это уравнение?
25. Приведите особенности пробоподготовки образцов для их исследования методом просвечивающей электронной микроскопии.

26. Приведите особенности пробоподготовки образцов для их исследования методом сканирующей электронной микроскопии.
27. Приведите особенности пробоподготовки образцов для их исследования методом фотон-корреляционной спектроскопии.
28. С использованием каких уравнений можно рассчитать удельную поверхность материала на основе адсорбционных данных?
29. Приведите изотерму адсорбции в конической поре. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? В ответе приведите необходимые уравнения и пояснения.
30. Приведите изотерму адсорбции в цилиндрической закрытой поре. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? В ответе приведите необходимые уравнения и пояснения.
31. Приведите изотерму адсорбции в цилиндрической открытой. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? В ответе приведите необходимые уравнения и пояснения.
32. Приведите изотерму адсорбции в щелевидной поре. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? В ответе приведите необходимые уравнения и пояснения.
33. Приведите изотерму адсорбции в бутылкообразной поре. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? В ответе приведите необходимые уравнения и пояснения.
34. Приведите классификацию пористых материалов по Дубинину. Укажите, какие адсорбционные уравнения/теории можно использовать для описания различных видов пор?
35. Приведите классификацию изотерм адсорбции по Брунауэру. В ответе укажите для каких материалов/типов взаимодействий характерен каждый вид изотермы.
36. Приведите классификацию петель гистерезиса по Де Буру. Для какого типа пористых материалов характерен каждый вид изотерм?
37. Метод молекулярных щупов. Особенности проведения эксперимента и назначение метода.
38. Метод преадапции. Особенности проведения эксперимента и назначение метода.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### **8.4. Структура и примеры билетов для экзамена(2 семестр).**

Экзамен с оценкой по дисциплине «Теоретические и экспериментальные методы в химии» проводится в 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 2 - 5 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы оцениваются из максимальной оценки 40 баллов (1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 5 баллов, вопрос 4 – 5 баллов).

Пример билета для экзамена:



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| «Утверждаю»<br>Зав. каф. коллоидной химии<br>_____ Н.Н. Гаврилова<br><br>«__» _____ 20__ г                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Кафедра Коллоидной химии</b>                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>18.04.01 Химическая технология</b>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Теоретические и экспериментальные методы в химии</b>                  |
| <b>Билет № 1</b><br>1. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Аппаратурное оформление. Возможности и недостатки метода.<br>2. Оптическая микроскопия. Основы метода. Схема оптического микроскопа с указанием назначения основных узлов прибора. Чем определяется разрешающая способность оптического микроскопа? Каким образом ее можно улучшить?<br>3. Перечислите основное назначение рентгеноструктурного и рентгенофазового анализов. Укажите какие параметры кристаллической структуры они позволяют определить.<br>4. Приведите модельные формы пор и изотермы адсорбции в них. Какие адсорбционные данные можно использовать (адсорбционная или десорбционная ветвь) для расчета распределения пор по размерам? |                                                                          |

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Кларк, Э. Р. Микроскопические методы исследования материалов / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхард. — Москва : Техносфера, 2007. — 376 с. — ISBN 978-5-94836-121-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
2. Гаврилова Н.Н., Назаров. Анализ пористой структуры материалов на основе адсорбционных данных. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022, 152 с.
3. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. - М.: Академкнига, 2006, 309 с.

#### Б. Дополнительная литература

1. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектральный анализ: учебное пособие / В. А. Винарский и др. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013, 142 с.
2. Власов А.С. Лабораторный практикум по микроскопическим и рентгеновским исследованиям керамики: учеб. пособие/ А.С. Власов, Н.А. Макаров. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004, 80 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

1. Коллоидный журнал ISSN 0023-2912
2. Журнал физической химии ISSN 0044-4537
3. Стекло и керамика ISSN 0131-9582
4. Physical Chemistry Chemical Physics ISSN 1463-9076
5. Journal of Colloids and Interface Science ISSN 0021-9797
6. Microporous and Mesoporous Materials ISSN 1387-1811
7. Journal of Physical Chemistry ISSN 0022-3654
8. Adsorption ISSN 0929-5607
9. Langmuir ISSN 0743-7463

| № | Электронный ресурс | Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей | Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором |
|---|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|---|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|

|    |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») | <p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – <a href="http://lib.muctr.ru/">http://lib.muctr.ru/</a></p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. | CAS SciFinder Discovery Platform                                                     | <p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 327</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="https://scifinder-n.cas.org">https://scifinder-n.cas.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>CAS SciFinder Discovery Platform - платформа, созданная Chemical Abstracts Service подразделением Американского химического общества.</p> <p>CAS SciFinder - онлайн-сервис, обеспечивающий поиск и анализ информации в области химии, биохимии, фармацевтики, генетики, химической инженерии, материаловедения, нанотехнологий, физики, геологии, металлургии и других смежных дисциплин.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3. | Wiley Journals Database                                                              | <p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 05.05.2025 г. № 326, 329</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.</p> <p>Ссылка на сайт- <a href="https://onlinelibrary.wiley.com">https://onlinelibrary.wiley.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа: <a href="https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely">https://www.wiley.com/en-us/customer-success/brightcove-research-training/how-to-access-wiley-online-library-content-remotely</a></p> | <p>John Wiley &amp; Sons, Inc. – крупнейшее академическое издательство с мультидисциплинарным контентом. В портфолио издательства более 1600 научных рецензируемых журналов, 22 000 книг и монографий, а также 250 справочников и энциклопедий. Wiley Journal Database и Wiley Journal Backfiles – полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства, охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение.</p> <p><b>Глубина доступа:</b><br/>1997 - 2004 гг. (до 30.06.2025 г.);<br/>2025 г. (бессрочно)</p> |

|    |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | Questel. База данных Orbit Premium edition                           | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 25.04.2025 г. № 310</p> <p>С 01.01.2025.г. до 30.06.2025 г.<br/>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.orbit.com">https://www.orbit.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ к ресурсу<br/>только через SAML (Security<br/>Assertion Markup Language)<br/>аутентификацию.</p> | Orbit Premium edition (Orbit Intelligence Premium) – база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию. База включает не только зарегистрированные патенты, но и документы от стадии заявки до регистрации. Большинство документов содержат аннотации на английском языке, полные тексты документов приводятся на языке оригинала. |
| 5. | Электронные ресурсы издательства SAGE Publications eBook Collections | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ<br/>от 30.10.2022 г. № 1403</p> <p>С 01.11.2022.г. – бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://sk.sagepub.com/books/discipline">https://sk.sagepub.com/books/discipline</a></p> <p>Количество ключей – доступ для<br/>пользователей РХТУ по IP-<br/>адресам неограничен.</p>                                                                               | <p>eBook Collections - полнотекстовая коллекция электронных книг (монографий) издательства SAGE Publications по различным областям знаний.</p> <p>Глубина доступа: 1984 - 2021 гг.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|    |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. | World Scientific Publishing Co Pte Ltd.<br>База данных World Scientific Complete eJournal Collection | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 15.06.2023 г. № 883</p> <p>С 01.11.2022.г. до 01.06.2025 г.<br/>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.worldscientific.com">https://www.worldscientific.com</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен</p> | World Scientific Complete eJournal Collection – мультидисциплинарная полнотекстовая коллекция журналов международного научного издательства World Scientific Publishing, которая охватывает такие тематики, как математика, физика, компьютерные науки, инженерное дело, науки о жизни, медицина и социальные науки. Особое внимание в коллекции уделено исследованиям Азиатско-тихоокеанского региона, которые объединены в группу журналов Asian Studies.<br>Глубина доступа:<br>2001 – 2025 гг. |
| 7. | Электронные ресурсы Springer Nature_                                                                 | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1948</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p>                                                                                                                   | Springer Journals – полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer по различным отраслям знаний, которая включает более 2 900 наименований журналов по дисциплинам:<br><br>Глубина доступа: 1997 - 2024 гг.                                                                                                                                                                                                                                                              |
|    |                                                                                                      | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                       | Nature Journals – полнотекстовая коллекция журналов издательства Nature Publishing Group, входящего в группу компаний Springer Nature, включающая журналы издательств Nature, Academic journals, Scientific American и Palgrave Macmillan.<br><br>Глубина доступа: 2007 - 2024 гг.                                                                                                                                                                                                                 |
|    |                                                                                                      | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                 | Adis Journals – полнотекстовая коллекция журналов и информационных бюллетеней издательства Adis, размещенная на платформе Springer Nature. Коллекция включает 19 рецензируемых журналов по                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|    |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>медицине, биомедицине и фармакологии.</p> <p>Глубина доступа: 2020 - 2024 гг.</p>                                                                                                                                                                                                            |
|    |                                                                             | <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> <p>Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице <b>Remote Access</b> сайта издательства.</p>                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 8. | Электронные ресурсы Springer Nature_Physical Sciences & Engineering Package | <p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 20.03.2024 г. № 254</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> | <p>1. Springer Journals – база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематические коллекции Physical Sciences &amp; Engineering Package на платформе <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a></p>        |
|    |                                                                             | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a></p>                                                                                                                                                   | <p>2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно Nature journals (год издания - 2024 г.) тематической коллекции Physical Sciences &amp; Engineering Package на платформе: <a href="https://www.nature.co">https://www.nature.co</a></p> |
|    |                                                                             | <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.</p>                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|     |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9.  | Электронные ресурсы Springer Nature_Social Sciences Package | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо<br/>РФФИ от 20.03.2024 г. № 254</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                        | 1. Springer Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2024 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a> |
|     |                                                             | <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://www.nature.com">https://www.nature.com</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2. Nature Journals - база данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2034 г.), а именно тематическую коллекцию Social Sciences Package на платформе: <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>   |
|     |                                                             | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Настройка удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице <b>Remote Access</b> сайта издательства.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10. | База данных 2021,2023 eBook Collectionsъ Springer Nature    | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 02.08.2022 г. № 1045<br/>Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1947</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт<br/><a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a></p> <p>О настройках удаленного доступа к ресурсам Springer Nature на странице Remote Access сайта издательства.</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p> | <p>Springer eBook Collections – полнотекстовая архивная коллекция электронных книг издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний.</p> <p>Глубина доступа:</p> <p>2005 - 2010 гг.; 2018 - 2024 гг.</p>                          |

|         |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11<br>ю | Электронные ресурсы AIPP Digital Archive издательства American Institute of Physics Publishing                     | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 29.12.2022 г. № 1945</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://scitation.org">https://scitation.org</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен</p>                                                | <p>AIPP Journal Collection – база данных, содержащая архивную полнотекстовую коллекцию из 29 журналов и сборников конференций издательства American Institute of Physics Publishing. в области прикладной физики и смежных областях знания.</p> <p>Глубина доступа: 1929-1998 гг.</p>                                                                                                                       |
| 12.     | Электронные ресурсы AIPP E-Book Collection I + Collection II издательства American Institute of Physics Publishing | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 31.10.2022 г. № 1404</p> <p>С 01.11.2022 г. – бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт-<br/><a href="https://scitation.org/ebooks">https://scitation.org/ebooks</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен</p>                | <p>AIPP Ebook Collection I + AIPP Ebook Collection II – полнотекстовые коллекции книг издательства American Institute of Physics Publishing в области прикладной и химической физики, биологии, энергетики, оптики, фотоники, материаловедения и нанотехнологий и др.</p> <p>Глубина доступа: 2020 - 2022 гг.</p>                                                                                           |
| 13.     | Bentham Science Publishers База данных Journals                                                                    | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 24.08.2022 г. № 1136</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://eurekaselect.com/bypublication">https://eurekaselect.com/bypublication</a><br/>С инструкцией по настройке удаленного доступа можно ознакомиться по <a href="#">ссылке</a></p> | <p>Bentham journal collection – полнотекстовая коллекция журналов издательства Bentham Science, которое публикует научные, технические и медицинские издания, охватывающие различные области от химии и химической технологии, инженерии, фармацевтических исследований и разработок, медицины до социальных наук.</p> <p>Глубина доступа:<br/>2000 - 2021 гг. (до 01.06.2025 г.) ;<br/>2022 - 2025 гг.</p> |



|     |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                  | Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 14. | Bentham Science Publishers<br>База данных eBooks | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 08.09.2022 г. № 1217</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://eurekaselect.com/bybook">https://eurekaselect.com/bybook</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.</p>                                                                                                                                                                                                        | <p>Books – полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Bentham Science Publishers, в которую включены издания по следующим областям науки: химия, физика, материаловедение, астрономия, оптика, фотоника, энергетика, инженерия, математика, статистика, информатика и вычислительная техника, медицина, фармакология, окружающая среда, бизнес, экономика, финансы и др.</p> <p>Глубина доступа: 2004 - 2022 гг.</p> |
| 15. | EBSCO eBook                                      | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 28.04.2023 г. № 708</p> <p>Бессрочно</p> <p>Ссылка на сайт –<br/><a href="https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&amp;sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis">https://web.p.ebscohost.com/ehost/search/basic?vid=0&amp;sid=d6f3a513-2512-4b52-bd8c-4ff40c184aed%40redis</a></p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен.<br/>Удаленный доступ по индивидуальной регистрации.</p> | <p>EBSCO eBooks – полнотекстовая междисциплинарная коллекция, которая включает более 5000 электронных книг от ведущих научных и университетских издательств и охватывает широкий спектр тем: бизнес, всемирная история, инженерия, литературоведение, медицина, образование, политология, религия, социальные науки, технологии, философия, экономика, языкознание и др.</p> <p>Глубина доступа: 2011 - 2023 гг.</p>             |
| 16. | Научные журналы РАН                              | <p>Принадлежность – сторонняя<br/>Национальная подписка<br/>(Минобрнауки+ РФФИ)</p> <p>Информационное письмо РФФИ от 29.10.2024 г. г. № 1080</p> <p>Бессрочно</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Полнотекстовая коллекция журналов Российской академии наук включает 141 наименование журналов, охватывающих различные научные специальности.</p> <p>Глубина доступа: 2023-2025</p>                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |  |                                                                                                                                                                                                 |           |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|  |  | Ссылка на сайт –<br><a href="https://journals.rcsi.science/">https://journals.rcsi.science/</a><br><br>Доступ осуществляется на основе<br>IP-адресов университета и<br>персональной регистрации | Бессрочно |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9 шт, (общее число слайдов – 136);
- иллюстративный материал.

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения 23.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 23.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 23.04.2019).
- Электронно-образовательная среда <http://eios.muctr.ru>
- Платформа для обучения <http://zoom.ru>

### 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Теоретические и экспериментальные методы в химии»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного материала; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками оборудования для проведения исследований свойств материалов.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционной дисциплины; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками оборудования для проведения исследований.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционной дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                             | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Формы и методы контроля и оценки                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1.</b> Основные характеристики дисперсных систем                        | <p><i>Знает:</i> основные особенности и характеристики дисперсных материалов.</p> <p><i>Умеет:</i> осуществлять постановку задачи научного исследования, планирование и проведение экспериментальных исследований.</p> <p><i>Владеет:</i> - теоретическими и экспериментальными методами исследования в химии; способами поиска и анализа научно-технической литературы.</p> <p>—</p>                                                                                                                                                                                                                                  | Оценка за экзамен                                                                                   |
| <b>Раздел 2.</b> Определение элементного состава                                  | <p><i>Знает:</i> основные методы определения элементного состава материалов.</p> <p><i>Умеет:</i> определять элементный анализ дисперсных материалов, проводить анализ научно-технической литературы.</p> <p><i>Владеет:</i> методами определения элементного состава; способами поиска и анализа научно-технической литературы.</p> <p>—</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за экзамен</p>                                     |
| <b>Раздел 3.</b> Дифракционные методы исследования структуры и состава материалов | <p><i>Знает:</i> экспериментальные методы определения кристаллической структуры вещества; теоретические основы рентгенографии, нейтронографии, электронографии.</p> <p><i>Умеет:</i> проводит идентификацию фаз моно и многофазных образцов по данным рентгенофазового анализа; определять параметры кристаллической решетки и размер кристаллитов по данным рентгенофазового анализа, проводить анализ научно-технической литературы.</p> <p>— <i>Владеет:</i> методами определения фазового состава и параметров кристаллической структуры соединения; способами поиска и анализа научно-технической литературы.</p> | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за домашнюю работу №1</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 4.</b> Определение удельной поверхности и других характеристик пористой структуры</p> | <p><i>Знает:</i> методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава; теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов.</p> <p><i>Умеет:</i> составлять морфологическое описание, проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований, рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа, проводить анализ научно-технической литературы.</p> <p>– <i>Владеет:</i> методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов; способами поиска и анализа научно-технической литературы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за домашнюю работу №2</p> <p>Оценка за экзамен</p> |
| <p><b>Раздел 5.</b> Определение удельной поверхности и других характеристик пористой структуры</p> | <p><i>Знает:</i> теоретические основы адсорбции на пористых материалах; основные уравнения и модели, описывающие адсорбцию на различных материалах; экспериментальные методы определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам.</p> <p><i>Умеет:</i> проводить анализ пористой структуры; проводить расчет удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам по данным адсорбционных измерений; проводить анализ научно-технической литературы, проводить анализ научно-технической литературы.</p> <p><i>Владеет:</i> экспериментальными методами определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам; теоретическими основами расчетов удельной поверхности и других характеристик пористой структуры из адсорбционных данных; планированием и проведением научных исследований; способами поиска и анализа научно-технической литературы.</p> | <p>Оценка за домашнюю работу №3</p> <p>Оценка за экзамен</p>                                        |

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Теоретические и экспериментальные методы в химии»**  
**основной образовательной программы**  
 18.04.01 Химическая технология  
 магистерская программа  
**«Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»**  
 Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**  
на заседании Ученого совета  
РХТУ им. Д.И. Менделеева  
протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Управление проектами»**

**Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа – «Химическая технология  
высокотемпературных функциональных материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**



Программа составлена: кандидатом химических наук, доцентом кафедры менеджмента и маркетинга Н.Ю. Николаевой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры менеджмента и маркетинга  
«24» апреля 2025 г., протокол № 7

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **менеджмента и маркетинга** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Управление проектами»** относится к базовой части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области управления программами и проектами.

**Цель дисциплины** – получение студентами практических навыков по запуску и управлению проектами. Данный курс координирует управление и реализацию проектов необходимого качества, в установленные сроки, в рамках принятого бюджета.

### **Задачи дисциплины**

- формирование общих подходов к управлению программами и проектами;
- ознакомление со Стандартами управления проектами; с тенденциями развития проектного менеджмента в России и за рубежом;
- формирование теоретических и методологических знаний по организационно-содержательным, технологическим основам разработки управления ими, оценке их результативности и качества.
- освоение первичных умений разработки и реализации проектов, направленных на развитие образовательной организации; организации работы и контроля деятельности команды проекта; оценке рисков проектов и управления ими.

Дисциплина **«Управление проектами»** преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

### **Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Наименование категории (группы) УК | Код и наименование УК                                                                                                             | Код и наименование индикатора достижения УК                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Системное и критическое мышление   | УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий. | УК-1.1 Знает методы анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода;<br>УК-1.2 Умеет осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации;<br>УК-1.3 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке |

|                                  |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |                                                                       | <p>УК-1.4 Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов, предвидя результат каждого из них;</p> <p>УК-1.5 Владеет способами решения поставленных задач, оценивая их достоинства и недостатки.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Разработка и реализация проектов | УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | <p>УК-2.1 Знает теоретические основы и понятийный аппарат управления проектами</p> <p>УК-2.2 Знает основные виды и элементы проектов.</p> <p>УК-2.3 Знает важнейшие принципы и методы управления проектами.</p> <p>УК-2.4 Умеет использовать полученные знания для разработки и управления проектами</p> <p>УК-2.5 Умеет использовать инструменты и методы управления проектами</p> <p>УК-2.6 Умеет анализировать и управлять рисками, возникающими при управлении проектами</p> <p>УК-2.7 Владеет специальной терминологией управления проектами.</p> |

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- основные понятия и методы управления проектами,
- систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,
- принципы организации проектного управления

*Уметь:*

- разрабатывать и оформлять проектную документацию,
- применять методики оценки параметров управления в проектах,
- разрабатывать стратегию управления проектами

*Владеть:*

- методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;
- методами анализа путей реализации проектов;
- методами анализа рисков в проектном управлении

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |             |              |
|------------------------------------------------|------------------|-------------|--------------|
|                                                | ЗЕ               | Акад.<br>ч. | Астр.<br>ч.  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>2</b>         | <b>72</b>   | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | 0,94             | 34          | 25,38        |
| Лекции                                         | 0,50             | 18          | 13,50        |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44             | 16          | 11,88        |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | -                | -           | -            |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,06</b>      | <b>38</b>   | <b>28,62</b> |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет</b>     |             |              |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п  | Раздел дисциплины                                                                                                               | Академ. часов |           |               |                |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|---------------|----------------|
|           |                                                                                                                                 | Всего         | Лекции    | Прак.<br>зан. | Сам.<br>работа |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Введение в управление проектами.</b>                                                                               | <b>24</b>     | <b>12</b> | <b>8</b>      | <b>12</b>      |
| 1.1       | Терминологический аппарат проектного управления                                                                                 | 8             | 4         | 4             | 4              |
| 1.2       | Современные системы менеджмента (ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001)                                                                | 8             | 4         | 2             | 4              |
| 1.3       | Мониторинг и управление работами проекта. Общее управление изменениями. Закрытие проекта                                        | 8             | 4         | 2             | 4              |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Области знаний управления проектами.</b>                                                                           | <b>24</b>     | <b>12</b> | <b>4</b>      | <b>12</b>      |
| 2.1       | План управления требованиями. Создание иерархической структуры работ. Контроль содержания. Планирование управления расписанием. | 8             | 4         | 2             | 4              |
| 2.2       | Идентификация рисков. Качественный анализ рисков. Количественный анализ рисков.                                                 | 8             | 4         | 1             | 4              |
| 2.3       | Планирование реагирования на риски. Мониторинг и управление рисками. Управление качеством                                       | 8             | 4         | 1             | 4              |
| <b>3.</b> | <b>Раздел 3. Методология управления проектами</b>                                                                               | <b>24</b>     | <b>10</b> | <b>4</b>      | <b>12</b>      |
| 3.1       | Руководитель проекта и лидер команды. Проектная команда                                                                         | 8             | 4         | 2             | 4              |
| 3.2       | Управление заинтересованными сторонами проекта                                                                                  | 8             | 4         | 1             | 4              |
| 3.3       | Контроль вовлеченности заинтересованных сторон. Управление коммуникациями проекта.                                              | 8             | 2         | 1             | 4              |
|           | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                    | <b>72</b>     | <b>18</b> | <b>16</b>     | <b>38</b>      |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Введение в управление проектами.**

Мировые стандарты управления проектами. Терминологический аппарат проектного управления. Современные системы менеджмента (ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001).

Критерии успешности проекта. Программы и портфели управления проектами. Содержание стандарта ANSIPMBOK GUIDE. Организационное окружение проекта. Жизненный цикл проекта. Группы процессов и области знаний PMBOK.

Управление интеграцией проекта. Разработка устава проекта. Разработка плана управления проектом. Руководство и управление исполнением проекта. Мониторинг и управление работами проекта. Общее управление изменениями. Закрытие проекта.

### **Раздел 2. Области знаний управления проектами.**

Управление содержанием проекта. Планирование управления содержанием. План управления требованиями. Определение содержания. Создание иерархической структуры работ. Проверка содержания. Контроль содержания. Управление сроками проекта. Планирование управления расписанием. Определение состава операций. Определение последовательности операций. Оценка ресурсов операций. Оценка длительности операций. Разработка расписания. Контроль расписания. Управление стоимостью проекта. Планирование управления стоимостью. Стоимостная оценка. Разработка бюджета расходов. Контроль стоимости. Управление закупками проекта. Планирование закупок. Осуществление закупок. Контроль закупок. Закрытие закупок. Управление рисками проекта. Планирование управления рисками. Идентификация рисков. Качественный анализ рисков. Количественный анализ рисков. Планирование реагирования на риски. Мониторинг и управление рисками. Управление качеством. Планирование качества. Обеспечение качества. Контроль качества.

### **Раздел 3. Методология управления проектами**

Подходы к организации работы команды (hadi-цикл, scrum). Руководитель проекта и лидер команды. Проектная команда. Аспекты мотивации команды. Локальная и рассредоточенная команды. Управление заинтересованными сторонами проекта. Идентификация заинтересованных сторон. Планирование управления заинтересованными сторонами проекта. Управление вовлеченностью заинтересованных сторон проекта. Контроль вовлеченности заинтересованных сторон. Управление коммуникациями проекта.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                                                                                                                    | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                  |                                                                                                                               | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                      | <b>Знать:</b>                                                                                                                     |                                                                                                                               |             |             |             |
| 1                                                                                                                    | I                                                                                                                                 | основные понятия и методы управления проектами;                                                                               | +           |             | +           |
| 2                                                                                                                    | I                                                                                                                                 | систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта;                                                                              |             | +           |             |
| 3                                                                                                                    | I                                                                                                                                 | принципы организации проектного управления;                                                                                   |             |             | +           |
|                                                                                                                      | <b>Уметь:</b>                                                                                                                     |                                                                                                                               |             | +           |             |
| 4                                                                                                                    | I                                                                                                                                 | разрабатывать и оформлять проектную документацию;                                                                             | +           |             |             |
| 5                                                                                                                    | I                                                                                                                                 | применять методики оценки параметров управления в проектах;                                                                   |             | +           |             |
| 6                                                                                                                    | I                                                                                                                                 | разрабатывать стратегию управления проектами;                                                                                 |             |             | +           |
|                                                                                                                      | <b>Владеть:</b>                                                                                                                   |                                                                                                                               |             |             |             |
| 7                                                                                                                    | I                                                                                                                                 | методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;                         |             | +           |             |
| 8                                                                                                                    | I                                                                                                                                 | методами анализа путей реализации проектов;                                                                                   |             | +           |             |
| 9                                                                                                                    | I                                                                                                                                 | методами анализа рисков в проектном управлении;                                                                               | +           |             | +           |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения</i> : |                                                                                                                                   |                                                                                                                               |             |             |             |
|                                                                                                                      | <b>Код и наименование УК</b>                                                                                                      | <b>Код и наименование индикатора достижения УК</b>                                                                            |             |             |             |
| 10                                                                                                                   | УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия. | УК-1.1 Знает методы анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода;                                                 |             | +           | +           |
|                                                                                                                      |                                                                                                                                   | УК-1.2 Умеет осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; | +           | +           | +           |
|                                                                                                                      |                                                                                                                                   | УК-1.3 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке                    | +           | +           | +           |

|    |                                                                       |                                                                                                                                    |   |   |   |
|----|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
|    |                                                                       | УК-1.4 Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательности шагов, предвидя результат каждого из них; | + | + | + |
|    |                                                                       | УК-1.5 Владеет способами решения поставленных задач, оценивая их достоинства и недостатки.                                         |   | + | + |
| 11 | УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | УК-2.1 Знает теоретические основы и понятийный аппарат управления проектами                                                        | + | + | + |
|    |                                                                       | УК-2.2 Знает основные виды и элементы проектов.                                                                                    |   | + | + |
|    |                                                                       | УК-2.3 Знает важнейшие принципы и методы управления проектами.                                                                     | + |   | + |
|    |                                                                       | УК-2.4 Умеет использовать полученные знания для разработки и управления проектами                                                  |   | + |   |
|    |                                                                       | УК-2.5 Умеет использовать инструменты и методы управления проектами                                                                | + | + | + |
|    |                                                                       | УК-2.6 Умеет анализировать и управлять рисками, возникающими при управлении проектами                                              | + | + | + |
|    |                                                                       | УК-2.7 Владеет специальной терминологией управления проектами.                                                                     | + | + | + |



## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий по дисциплине.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачет**.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за реферативно-аналитические работы (максимальная оценка 10 баллов), работу на практических занятиях (максимальная оценка 10 баллов), промежуточную контрольную работу (45 баллов), зачет с оценкой, (максимальная оценка 40 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Особенности проектного управления производством.
2. Разработка стратегии управления производством.
3. Построение системы управления производством (проектный подход).
4. Организация планирования проектного производства.
5. Управление разработкой новых промышленных продуктов.
6. Формирование производственных стратегий.
7. Проблемные области управления производством в России и за рубежом.
8. Управление операциями в сфере услуг.
9. Производственные аспекты создания новых товаров (проектный подход).
10. Применение функционально-стоимостного анализа в управлении производством (проектный аспект).
11. Управление проектами передачи производственных функций на аутсорсинг.
12. Разработка и реализация производственных стратегий малого предприятия.
13. Управление ресурсами производственных проектов.
14. MES-системы в управлении производством.
15. Управление проектами организации нового производства.
16. Системный подход в управлении проектами

17. Финансовое моделирование проекта
18. Сравнительный анализ стандартов управления проектами
19. Ценностно-ориентированное управление проектами в компании
20. Управление проектами с учетом принципов концепции устойчивого развития
21. Разработка системы стратегического управления проектами в компании
22. Модели, методы и инструменты управления портфелем проектов;
23. Управление портфелем проектов в условиях неопределенности;
24. Анализ практики управления портфелем проектов на предприятиях;
25. Управление рисками проекта, программы и портфеля проектов;
26. Построение корпоративной системы управления рисками на промышленном предприятии;
27. Управление рисками крупных международных нефтегазовых проектов;
28. Управление проектами и портфелями проектов нефтегазовых компаний.
29. Российский рынок консалтинга по управлению проектами: анализ предложения
30. Исследование бренда «управление проектами» на российском рынке: тенденции и перспективы
31. Обоснование инвестиций на внедрение корпоративной системы управления проектами в компаниях
32. Офис управления проектами: особенности, виды и модели в российских компаниях
33. Проблемы и факторы успеха внедрения корпоративной системы управления проектами в организации
34. Анализ осуществимости проекта на примере компании
35. Методы оценки инвестиционной привлекательности проектов в сфере недвижимости
36. Оценка влияния организационных рисков на успех и неудачи проекта
37. Проблемы управления стейкхолдерами в ИТ-проектах на примере российских компаний
38. План управления отношениями со стейкхолдерами проектов: проблемы и возможности
39. Основные проблемы управления стейкхолдерами в тендерах и пути их решения
40. Управление персоналом в организации и в проектах: системы и модели
41. Разработка карты компетенций менеджера проектов
42. Формирование команды проекта как фактор успеха его реализации
43. Деловая игра как метод повышения компетенций и улучшения взаимодействия участников проектных команд
44. Обзор отечественных информационных систем и программных продуктов для управления проектами
45. Применение информационных систем для управления проектами в строительных и девелоперских компаниях
46. Применение информационных систем для управления проектами в компаниях нефтегазовой отрасли
47. Применение информационных систем для управления проектами на предприятиях малого и среднего бизнеса.
48. Ключевые компетенции менеджера проекта.
49. Критерии успеха и неудач в проектах (анализ на примере отрасли).
50. История и перспективы развития управления проектами в России.

## **8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 15 баллов за каждую.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 15 вопрос, по 1 баллу за вопрос.**

**Вопрос 1.1.** Что не рассматривает сфера проектного управления:

- a) Ресурсы
- b) Качество предоставляемого продукта
- c) Стоимость, Время проекта
- d) Обоснование инвестиций
- e) Риски

**Вопрос 1.2.** Жизненный цикл проекта – это:

- a) стадия реализации проекта
- b) стадия проектирования проекта
- c) временной промежуток между моментом обоснования инвестиций и моментом, когда они окупились
- d) временной промежуток между моментом появления, зарождения проекта и моментом его ликвидации, завершения
- e) временной промежуток между моментом получения задания от заказчика и моментом сдачи проекта заказчику

**Вопрос 1.3.** Управляемыми параметрами проекта не являются:

- a) объемы и виды работ
- b) стоимость, издержки, расходы по проекту
- c) временные параметры, включающие сроки, продолжительности и резервы выполнения работ и этапов проекта, а также взаимосвязи между работами
- d) ресурсы, требуемые для осуществления проекта, в том числе человеческие или трудовые, финансовые, материально-технические, а также ограничения по ресурсам
- e) качество проектных решений, применяемых ресурсов, компонентов проекта
- f) Все варианты правильны

**Вопрос 1.4.** Календарное планирование не включает в себя:

- a) планирование содержания проекта
- b) определение последовательности работ и построение сетевого графика
- c) планирование сроков, длительностей и логических связей работ и построение диаграммы Ганта
- d) определение потребностей в ресурсах (люди, машины, механизмы, материалы и т.д.) и расчет затрат и трудозатрат по проекту
- e) определение себестоимости продукта проекта

**Вопрос 1.5.** Что является основной целью сетевого планирования:

- a) Управление трудозатратами проекта
- b) Снижение до минимума времени реализации проекта
- c) Максимизация прибыли от проекта
- d) Определение последовательностей выполнения работ
- e) Моделирование структуры проекта

**Вопрос 1.6.** Какой тип сетевой диаграммы используется в среде MS Project:

- a) «Действие в узлах» – верный ответ
- b) Переходной тип диаграммы от «действия на стрелках» к «действию в узлах»
- c) ПЕРТ-диаграмма
- d) Диаграмма Ганта
- e) Диаграмма «Действие на стрелках»

**Вопрос 1.7.** Принцип «метода критического пути» заключается в:

- a) Анализе вероятностных параметров длительностей задач лежащих на критическом пути
- b) Анализе вероятностных параметров стоимостей задач
- c) Анализе расписания задач – верный ответ
- d) Анализе вероятностных параметров стоимостей задач лежащих на критическом пути
- e) Анализе длительностей задач, составляющих критический путь

**Вопрос 1.8.** Основная цель «метода критического пути» заключается в:

- a) Равномерном назначении ресурсов на задачи проекта
- b) Оптимизации отношения длительности проекта к его стоимости
- c) Снижении издержек проекта
- d) Минимизации востребованных ресурсов
- e) Минимизации сроков проекта – верный ответ

**Вопрос 1.9.** Какая работа называется критической:

- a) Длительность которой максимальна в проекте
- b) Стоимость которой максимальна в проекте
- c) Имеющая максимальный показатель отношения цены работы к ее длительности
- d) Работа с максимальными трудозатратами
- e) Работа, для которой задержка ее начала приведет к задержке срока окончания проекта в целом

**Вопрос 1.10.** Какое распределение имеет конечный показатель средней длительности проекта рассчитанный по методу ПЕРТ:

- a) Гауссовское
- b) Вета-распределение
- c) Пуассоновское распределение
- d) Нормальное распределение
- e) Треугольное распределение

**Вопрос 1.11.** Какое распределение имеет конечный показатель средней длительности проекта рассчитанный методом моделирования Монте-Карло:

- a) Гауссовское
- b) Вета-распределение
- c) Пуассоновское распределение
- d) Нормальное распределение
- e) Треугольное распределение

**Вопрос 1.12.** Моделирование проектов в Microsoft Project 2010 не позволяет решить следующую задачу:

- a) Рассчитать инвестиционную привлекательность проекта
- b) рассчитать бюджет проекта и распределение запланированных затрат во времени
- c) рассчитать распределение во времени потребностей проекта в основных материалах и оборудовании
- d) определить оптимальный состав ресурсов (людей и механизмов) проекта и распределение во времени их плановой загрузки и количественного состава
- e) разработать оптимальную схему финансирования работ, поставок материалов и оборудования

**Вопрос 1.13.** Что служит вертикальной осью диаграммы Ганта:

- a) Перечень ресурсов
- b) Длительности задач
- c) Перечень задач
- d) Длительность проекта
- e) Предшествующие задачи

**Вопрос 1.14.** Что служит горизонтальной осью диаграммы Ганта:

- a) Перечень ресурсов
- b) Длительности задач
- c) Перечень задач
- d) Длительность проекта
- e) Предшествующие задачи

**Вопрос 1.15.** Суммарная задача состоит из:

- a) Нескольких ресурсов
- b) Нескольких вех
- c) Нескольких вариантов
- d) Нескольких затрат
- e) Нескольких задач

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.**

**Вопрос 2.1.** Какое представление отсутствует в MS Project:

- a) Диаграмма Ганта
- b) Использование Ресурсов
- c) Использование задач
- d) Сетевой график
- e) Сеть ПЕРТ

**Вопрос 2.2.** Какое представление является основным в MS Project:

- a) Диаграмма Ганта – верный ответ
- b) Использование Ресурсов
- c) Использование задач
- d) Сетевой график
- e) Сеть ПЕРТ

**Вопрос 2.3.** К каким методам сводиться структуризация проекта:

- a) Горизонтальное и вертикальное планирование
- b) Горизонтальное планирование и планирование «сверху-вниз»
- c) Вертикальное планирование и планирование «снизу-вверх»
- d) Вертикальное планирование и планирование «сверху-вниз»
- e) Планирование «сверху-вниз» и «снизу-вверх» - верный ответ
- f) Планирование «сверху-вниз», «снизу-вверх», горизонтальное и вертикальное планирование

**Вопрос 2.4.** Структурное планирование не включает в себя следующие этапы:

- a) разбиение проекта на совокупность отдельных работ, выполнение которых необходимо для реализации проекта
- b) структуризация последовательности работ
- c) оценка временных характеристик работ

- d) оценка длительностей работ
- e) назначение ресурсов на задачи

**Вопрос 2.5.** Какие типы связей между задачами невозможны в MS Project:

- a) Начало-окончание
- b) Окончание-Начало
- c) Начало-начало
- d) Окончание-окончание
- e) все ответы неправильны

**Вопрос 2.6.** Что не является ограничением для планируемых задач:

- a) Окончание не ранее заданной даты
- b) Начало не ранее заданной даты
- c) Фиксированная длительность
- d) Фиксированное начало
- e) Как можно раньше

**Вопрос 2.7.** Длительность суммарной задачи вычисляется (определяется):

- a) Исходя из параметров назначений и трудозатрат на задачи входящие в суммарную задачу
- b) Исходя из параметров назначений и длительности задач входящих в суммарную задачу
- c) Исходя из параметров длительности ее подзадач
- d) Директивно
- e) Приблизленно, по методу экспертных оценок

**Вопрос 2.8.** Трудовые ресурсы не включают:

- a) Людей
- b) Издержки
- c) Машин
- d) Оборудование

**Вопрос 2.9.** Какой параметр не описывает трудовые ресурсы:

- a) Издержки- верный ответ
- b) Стандартная ставка
- c) Ставка сверхурочных
- d) Затраты на использование

**Вопрос 2.10.** Максимальное количество единиц доступности устанавливает:

- a) максимальное количество рабочих, доступных для выполнения работ в данном проекте
- b) максимальный процент рабочего времени, которое ресурс может ежедневно выделять для выполнения работ данного проекта

**Вопрос 2.11.** Материальные ресурсы позволяют моделировать:

- a) Потребность в материалах и затраты на них
- b) Оплату заказчиков
- c) Оплату работ по проекту

**Вопрос 2.12.** Предназначение затратного ресурса:

- a) Рассчитать затраты по проекту
- b) Связать определенный тип затрат с одной или несколькими задачами
- c) Рассчитать затраты на трудовые ресурсы

**Вопрос 2.13.** Назначения в MS Project это:

- a) связь конкретной задачи с ее длительностью
- b) связь конкретной задачи с ресурсами, выделенными для ее выполнения
- c) связь между задачами проекта
- d) связь между вехами проекта
- e) связь конкретной вехи с ресурсами, выделенными для ее выполнения

**Вопрос 2.14.** Трудозатраты рассчитываются по формуле:

- a)  $\text{Трудозатраты} = \text{Длительность} / \text{Единицы назначений}$
- b)  $\text{Трудозатраты} = (\text{Длительность})^2 \times \text{Единицы назначений}$
- c)  $\text{Трудозатраты} = \text{Длительность} \times \text{Единицы назначений}$

**Вопрос 2.15.** Для задач с фиксированным объемом ресурсов не справедливо:

- a) При изменении трудозатрат пересчитывается длительность, но объем ресурсов не меняется
- b) При изменении трудозатрат и длительности одновременно, объем ресурсов не меняется
- c) При изменении длительности пересчитываются трудозатраты, но объем ресурсов не меняется

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 15 вопросов, по 1 баллу за вопрос.**

**Вопрос 3.1.** Основными составляющими процесса управления риском не является:

- a) Выявление источников риска;
- b) Анализ и оценка риска;
- c) Определение реакции на риск;
- d) Планирование расходов в чрезвычайных обстоятельствах;
- e) Создание резервов на случай чрезвычайных обстоятельств
- f) Сетевое планирование

**Вопрос 3.2.** Что не является вариантом реакции на риск:

- a) Снижение или сохранение риска
- b) Переадресация риска
- c) Структура разбиения работ по этапам
- d) Участие в рисках

**Вопрос 3.3.** Сокращение времени работы над проектом достигается:

- a) сокращением одного или большего количества действий (операций) на критическом пути
- b) сокращением одного или большего количества произвольных действий (операций) проекта
- c) сокращением одного или большего количества действий (операций) на некритическом пути

**Вопрос 3.4.** Величина и количество резервов на случай непредвиденных обстоятельств не зависят от:

- a) "новизны" проекта
- b) неточности в оценках времени и затрат
- c) технических проблем
- d) размера бюджета проекта
- e) небольших изменений в масштабе
- f) непредвиденных проблем

**Вопрос 3.5.** Зависят ли резервы управления от сметных резервов:

- a) Да
- b) Нет
- c) Зависят, но при определенных обстоятельствах

**Вопрос 3.6.** Какие риски не являются проектными:

- a) Риски расписания
- b) Бюджетные риски
- c) Ресурсные риски
- d) Операционные риски

**Вопрос 3.7.** После какого назначения происходит вычисление затрат в MS Project:

- a) После каждого
- b) После последнего
- c) После первого
- d) Выбирается в ручном режиме

**Вопрос 3.8.** Для назначения материальных ресурсов необходимо ввести:

- a) Только общее количество материального ресурса, необходимого для задачи в целом
- b) Только скорость его потребления в заданный временной интервал
- c) Общее количество материального ресурса, необходимого для задачи в целом и скорость его потребления в заданный временной интервал
- d) Общее количество материального ресурса, необходимого для задачи в целом или скорость его потребления в заданный временной интервал

**Вопрос 3.9.** Базовый план образуется:

- a) Самостоятельно
- b) Из фактического плана
- c) Текущего плана
- d) Как разность между фактическим и текущим планом

**Вопрос 3.10.** Для устранения нарушения срыва директивных сроков не подходит:

- a) Пересмотреть длительности и/или назначения ресурсов на задачах
- b) Пересмотреть характеристики суммарных задача / этапов
- c) Пересмотреть директивные сроки – верный ответ

**Вопрос 3.11.** Microsoft Project 2010 определяет некритический путь, как:

- a) Совокупность 100% выполненных задач и задач, имеющих резервы по времени
- b) Совокупность 100% выполненных задач
- c) Задач, имеющих резервы по времени

**Вопрос 3.12.** В колонке «Отклонение» (при выборе представления «Диаграмма Ганта» и таблицы «Затраты»)

отображается значение разницы затрат между колонками:

- a) «Фиксированные затраты» и «Базовые затраты»
- b) «Затраты» и «Базовые затраты»
- c) «Фиксированные затраты» и «Затраты»

**Вопрос 3.13.** Перегруженные ресурсы в MS Project:

- a) Выделяются красным цветом и индикатором красный человек
- b) Не выделяются



**Вопрос 3.14.** Ресурсное выравнивание доступно для ресурсов:

- a) Издержек
- b) Материальных
- c) Трудовых

**Вопрос 3.15.** Специально, для ресурсного выравнивания служит представление:

- a) Сетевой график
- b) Форма задач
- c) Форма ресурсов
- d) Планировщик групп

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – Зачет)**

- 1 Области применения и преимущества проектного управления?
- 2 Какие основные концепции УП?
- 3 Стандарты в области управления проектами (УП), возможность их применения в российских условиях.
- 4 Основные типы организационных структур: функциональная, матричная, проектная; их сходства и отличия.
- 5 Основные роли участников проектов. Разделение ответственности и полномочий: заказчик, спонсор, руководитель проекта, участник проекта.
- 6 Управление структурами проектов.
- 7 Проектный офис, управляющие комитеты, менеджер проекта.
- 8 Принципы корпоративной методологии и информационной системы управления проектами в компании.
- 9 Какие процессы относятся к инициации и управлению рисками в инновационных проектах и программах?
- 10 Постановки целей проекта для создания нового бизнеса?
- 11 Разделы Устава проекта; Разделы бизнес-плана проекта.
- 12 Назначение менеджера проекта, управление персоналом и взаимодействиями в комплексных проектах
- 13 Структура проекта, назначение ключевых ролей, планирование взаимодействия и коммуникаций.
- 14 Декомпозиция целей, построение иерархической структуры работ.
- 15 Разработка расписания, построение сетевой диаграммы и диаграммы Ганта.
- 16 Планирование ресурсов, разработка бюджета проекта.
- 17 Управление рисками и создание планов реагирования проекта.
- 18 Как определяется последовательность шагов процедуры планирования проекта?
- 19 Какие аспекты организации коммуникации внутри проекта обеспечивают эффективное распределение информации?
- 20 Контрактное и административное завершение.
- 21 Обсуждение результатов, извлеченные уроки и архив проекта.
- 22 Что такое РМВОК? Представьте системную модель управления проектами.
- 23 Критерии качества проекта.
- 24 Как определить удовлетворяет ли проект ожиданиям заказчика и как необходимо реагировать, если у заказчика изменились ожидания?
- 25 Как должно осуществляться планирование ресурсов по проекту?
- 26 Что включает в себя контроль стоимости?
- 27 Перечислите факторы, вызывающие изменения базового плана. Необходимо ли согласование изменений с участниками проекта?
- 28 Какая отчетная информация необходима для эффективных коммуникаций по проекту?

- 29 Что такое базовый стоимостной план проекта? Как он формируется?
- 30 Чем отличаются функции управления от областей знания?
- 31 Планирование расходов и контроль расходов базируются на одной и той же предметной области?
- 32 Какие процессы включает в себя управление качеством проекта?
- 33 Как определить, что проект удовлетворяет требованиям, ради которых он был предпринят?
- 34 Выбор организационной формы управления.
- 35 Исполнение и контроль проекта.
- 36 Цели и содержание процесса контроля проекта.
- 37 Отслеживание фактического выполнения работ.
- 38 Измерение прогресса и анализ результатов.
- 39 Корректирующие действия.
- 40 Управление изменениями.
- 41 Управление коммуникациями проекта.
42. Какими показателями характеризуется эффективность проекта?
43. По каким критериям может быть измерена степень риска?
44. Назовите основные методы диагностики и анализа состояния работ по проекту.
45. На какие вопросы отвечает метод освоенного объема?
46. Какие методы и средства используются при планировании для оценки и учета.
47. Назовите основные (базовые) показатели метода освоенного объема.
48. Перечислите расчетные показатели метода освоенного объема
49. Для чего применяют корректирующие действия при реализации проекта?
50. Какие процессы включены в цикл контроля проектных изменений?
51. Что понимается под управлением конфигурацией проекта?
52. Какие виды деятельности включает в себя завершение проекта?
53. Перечислите основные этапы закрытия проекта.
54. Перечислите формы выхода из проекта.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Основы проектного управления : учебное пособие для вузов / Э. М. Эльдаров, М. Х. Рабаданов, Н. Г. Гаджиев, С. А. Коноваленко. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 256 с. — ISBN 978-5-507-51491-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/450896> (дата обращения: 29.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ташкинов, А. Г. Управление проектами и изменениями при цифровой трансформации предприятия : учебное пособие для вузов / А. Г. Ташкинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 196 с. — ISBN 978-5-507-53387-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/485126> (дата обращения: 29.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Б. Дополнительная литература:**

1. Хамидулин, В. С. Основы проектной деятельности: расширенный курс : учебник для вузов / В. С. Хамидулин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. —

240 с. — ISBN 978-5-507-50052-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/409478> (дата обращения: 29.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Управление проектами : Учебник для вузов / В. Н. Островская, Г. В. Воронцова, О. Н. Момотова [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-9172-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187775> (дата обращения: 29.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Нормативная литература**

1. Гражданский кодекс Российской Федерации, ч. 1, 2, 3, 4 с изменениями.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации с изменениями.
3. Земельный кодекс Российской Федерации с изменениями.
4. Налоговый кодекс, ч. 1, 2 с изменениями.
5. Федеральный закон от 25.02.1999 № 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений».
6. Положение о технологических регламентах производства продукции на предприятиях химического комплекса / утв. Минэкономразвития РФ 06.05.2000 согл. Госгортехнадзором № 02–35/234 от 28.04.2000.

### **9.2. Рекомендуемые источники научной информации**

- Журнал «Управление проектами». ISSN:1814-2133
- журнал «Управление проектами и программами». ISSN 2075-1214
- Журнал «Инновации и инвестиции» ISSN: 2307-180X.
- Журнал «Экономика и управление». ISSN: 1998-1627.
- <http://www.ecsocman.edu.ru>
- <http://www.eup.ru>
- <http://www.buhgalteria.ru>
- <http://www.business-ethics.com>
- <http://www.worlddeconomy.ru>

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8;
- банк контрольных заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число контрольных заданий – 30);
- банк контрольных заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число билетов – 30).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) могут применяться следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- 1 ЕИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- 1 платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- 1 платформы для проведения онлайн конференций
- 1 учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- 1 сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться

платформы для проведения онлайн конференций и отдельные специализированные модули LMS.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Антикризисное управление»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (моноблоки, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты иллюстрационных материалов к разделам лекционного курса.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры (моноблоки), укомплектованные программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине;

раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде, кафедральные библиотеки электронных изданий.

#### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| No<br>п/п | Наименование<br>программного<br>продукта                                                | Реквизиты<br>договора<br>поставки         | Количество<br>лицензий                         | Срок окончания<br>действия лицензии                                                           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | WINDOWS 8.1<br>ProfessionalGetGenuine                                                   | Контракт № 62-64ЭА/2013<br>от 02.12.2013  | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочно                                                                                     |
| 2         | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе:<br>Word<br>Excel<br>Power Point<br>Outlook | Контракт №175-262ЭА/2019<br>От 30.12.2019 | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3         | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition                   | Договор № 99-155ЭА-223/2024               | -                                              | 12 месяцев<br>(ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 4         | Антиплагиат.ВУЗ 5.0                                                                     | Контракт от 13.04.2025<br>№ 13-143К/2025  | 1                                              | 19.05.2026                                                                                    |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                 | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Формы и методы контроля и оценки                                                                                            |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Введение в управление проектами.</b>     | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— основные понятия и методы управления проектами,</li> <li>— систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,</li> <li>— принципы организации проектного управления</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— разрабатывать и оформлять проектную документацию,</li> <li>— применять методики оценки параметров управления в проектах,</li> <li>— разрабатывать стратегию управления проектами</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Оценка за контрольную работу в форме опроса</p> <p>Оценка за контрольный работу в форме теста</p> <p>Оценка за зачет</p> |
|                                                       | <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;</li> <li>— методами анализа путей реализации проектов;</li> <li>— методами анализа рисков в проектном управлении</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                             |
| <b>Раздел 2. Области знаний управления проектами.</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— основные понятия и методы управления проектами,</li> <li>— систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,</li> <li>— принципы организации проектного управления</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— разрабатывать и оформлять проектную документацию,</li> <li>— применять методики оценки параметров управления в проектах,</li> <li>— разрабатывать стратегию управления проектами</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;</li> <li>— методами анализа путей реализации проектов;</li> <li>— методами анализа рисков в проектном управлении</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу в форме опроса</p> <p>Оценка за контрольный работу в форме теста</p> <p>Оценка за зачет</p> |

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 3. Методология управления проектами</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— основные понятия и методы управления проектами,</li> <li>— систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,</li> <li>— принципы организации проектного управления</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— разрабатывать и оформлять проектную документацию,</li> <li>— применять методики оценки параметров управления в проектах,</li> <li>— разрабатывать стратегию управления проектами</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;</li> <li>— методами анализа путей</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу в форме опроса</p> <p>Оценка за контрольную работу в форме теста</p> <p>Оценка за зачет</p> |
|                                                   | <p>реализации проектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методами анализа рисков в проектном управлении</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                             |

### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Управление проектами»**

**основной образовательной программы**

18.04.01 Химическая технология

код и наименование направления подготовки (специальности)

**«Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                                   |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета № _____ от<br>« ____ » _____ 20 ____ г. |



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Физическая химия стеклообразного вещества»**

**Направление подготовки  
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа  
«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена к.х.н., доцент, кафедра химической технологии стекла и ситаллов  
Н. В. Голубевым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
химической технологии стекла и ситаллов

---

«26» мая 2025 г., протокол №7.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, магистерская программа «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов» (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрами общей технологии силикатов и химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 3 семестра.

Дисциплина «Физическая химия стеклообразного вещества» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку, полученную студентами в бакалавриате при изучении дисциплин направления «Химическая технология».

**Цель дисциплины** – приобретение учащимися знаний и компетенций в области физической химии стеклообразного вещества, необходимых для подготовки магистров, способных к созданию и использованию новых материалов на основе стекла с заданными свойствами как в научных лабораториях, так и в условиях производства.

**Задачи дисциплины** – 1) углубленное изучение обучающимися физико-химических основ стеклообразного состояния и современных представлений о структуре стекла, 2) приобретение навыков работы с диаграммами состояния, существенными для технологии стекол и стеклокристаллических материалов, а также 3) умение использовать эти диаграммы и полученные знания о строении стекла при решении фундаментальных и прикладных задач.

Дисциплина «Физическая химия стеклообразного вещества» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                  | Объект или область знания                                                                                                                                            | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                                | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                                               | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта)<br>Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>                                                                                                               |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                                         | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н).<br>Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      | ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      | ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                           | ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ                            | Федерации от 22.10.2020 № 741 и).<br>Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства<br>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н).<br>Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла |
|  |  |  | ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратурное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|  |  |  | ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

*Знать:*

- научные достижения и перспективные направления работ в области физикохимии стекла;
- современные представления о строении стекла, возможности управления физико-химическими свойствами стекол и придания им новых функциональных свойств;
- основы новейших инструментальных методов экспериментального исследования структуры и свойств стекол.

*Уметь:*

- формулировать требования к материалам, самостоятельно осваивать и грамотно использовать результаты новых экспериментальных и теоретических исследований в области физикохимии стекла;
- подбирать адекватные методы исследования структуры и свойств стекол и стеклокристаллических материалов;
- применять полученные теоретические знания для решения конкретных исследовательских и прикладных задач.

*Владеть:*

- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами по теоретическим и прикладным аспектам исследований стекол и стеклокристаллических материалов;
- методикой работы с диаграммами состояния и уметь использовать их для решения практических задач;
- способностью к анализу и оценке современных научных достижений, к выработке новых решений исследовательских и прикладных задач в области физикохимии стекла.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины       |            |              |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|--------------|
|                                                    | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>4</b>               | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,42</b>            | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b> | <b>0,95</b>            | <b>34</b>  | <b>25,5</b>  |
| Лекции                                             | 0,47                   | 17         | 12,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,95                   | 34         | 25,5         |
| в том числе в форме практической подготовки        | 0,95                   | 34         | 25,5         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,58</b>            | <b>93</b>  | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,58                   | 0,4        | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 92,6       | 69,45        |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                        |            |              |
| <b>Зачет с оценкой</b>                             |                        | +          | +            |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |            |              |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                            | Академ. часов |                                |           |               |                                |                |
|----------|--------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|-----------|---------------|--------------------------------|----------------|
|          |                                                              | Всего         | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Лекции    | Прак.<br>зан. | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Сам.<br>работа |
| 1.       | Раздел 1. Физико-химические основы стеклообразного состояния | 46            | 4                              | 7         | 4             | 4                              | 35             |
| 2.       | Раздел 2. Диаграммы состояния стеклообразующих систем        | 98            | 30                             | 10        | 30            | 30                             | 58             |
|          | <b>Итого</b>                                                 | <b>144</b>    | <b>34</b>                      | <b>17</b> | <b>34</b>     | <b>34</b>                      | <b>93</b>      |

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1. Физико-химические основы стеклообразного состояния.** Определение понятия стеклообразное состояние. Структурные и кинетические теории стеклообразования. Современные подходы к описанию структуры стеклообразных веществ: ближний порядок, средний порядок, флуктуации концентрации и плотности. Нанонеоднородность как имманентное свойство стеклообразного состояния. Новейшие достижения в области физических методов исследования структуры некристаллических твердых тел: нейтронной и рентгеновской дифракции, EXAFS, малоуглового рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов, электронной микроскопии высокого разрешения, моделирования структуры стекла методами молекулярной динамики и др. Их решающая роль в создании структурных представлений о стекле. Ограниченный характер принципа кристаллохимических аналогий, широко используемого для получения априорных представлений о структуре стекла. Явление ликвации в стеклообразующих расплавах и стеклах. Использование начальных стадий аморфного фазового разделения и кристаллизации для формирования нано- и микронеоднородной структуры.

**Раздел 2. Диаграммы состояния стеклообразующих систем.** Диаграммы состояния, используемые в технологии стекла и стеклокристаллических материалов. Основные понятия правила фаз. Диаграммы двойных и тройных стеклообразующих систем, элементы их строения и правила работы с ними. Пути фазовых изменений (пути кристаллизации и плавления) различных составов на диаграммах. Применение правила рычага и центра тяжести треугольника для количественных расчетов. Диаграммы состояния и свойства стекол. Способы понижения кристаллизационной способности стекол. Диаграммы состояния систем  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{R}_2\text{O-SiO}_2$  ( $\text{R} = \text{Li}, \text{Na}$ ),  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$ ,  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  и др. Особенности этих систем, краткая характеристика образующихся в них бинарных и тройных соединений. Использование диаграмм в технологии производства стекол и стеклокристаллических материалов.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                                                                                                            | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                         |                                             | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                                                                              | Знать:                                                                                                                                                                                   |                                             |             |             |
| 1                                                                                                            | – ...– научные достижения и перспективные направления работ в области физикохимии стекла                                                                                                 |                                             | +           | +           |
| 2                                                                                                            | – ...– современные представления о строении стекла, возможности управления физико-химическими свойствами стекол и придания им новых функциональных свойств                               |                                             | +           | +           |
| 3                                                                                                            | – – основы новейших инструментальных методов экспериментального исследования структуры и свойств стекол                                                                                  |                                             | +           |             |
|                                                                                                              | Уметь:                                                                                                                                                                                   |                                             |             |             |
| 4                                                                                                            | – – формулировать требования к материалам, самостоятельно осваивать и грамотно использовать результаты новых экспериментальных и теоретических исследований в области физикохимии стекла |                                             | +           | +           |
| 5                                                                                                            | – – подбирать адекватные методы исследования структуры и свойств стекол и стеклокристаллических материалов                                                                               |                                             | +           |             |
| 6                                                                                                            | – – применять полученные теоретические знания для решения конкретных исследовательских и прикладных задач                                                                                |                                             | +           | +           |
|                                                                                                              | Владеть:                                                                                                                                                                                 |                                             |             |             |
| 7                                                                                                            | – – навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами по теоретическим и прикладным аспектам исследований стекол и стеклокристаллических материалов  |                                             | +           | +           |
| 8                                                                                                            | – – методикой работы с диаграммами состояния и уметь использовать их для решения практических задач                                                                                      |                                             |             | +           |
| 9                                                                                                            | – – способностью к анализу и оценке современных научных достижений, к выработке новых решений исследовательских и прикладных задач в области физикохимии стекла                          |                                             | +           | +           |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы их достижения: |                                                                                                                                                                                          |                                             |             |             |
|                                                                                                              | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                    | Код и наименование индикатора достижения ПК |             |             |



|    |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 10 |                                                                                                                                                                                                                                        | – ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                                                                                                  | + |   |
| 11 | – ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | – ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ                                                          |   | + |
| 12 |                                                                                                                                                                                                                                        | – ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ | + |   |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия.

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                                                       | Часы |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | 1                    | Ознакомление и приобретение навыков пользования информационно-поисковой системой SciGlass Software Suite (LHASA, LLC, США), содержащей наиболее полную информацию о свойствах и особенностях синтеза стекол, и базой данных диаграмм фазовых равновесий (ACerS) | 2    |
| 2     | 1                    | Расчет радиуса инерции, диаметра наночастиц и расстояния между ними для термообработанных стекол на основе кривых малоуглового рассеяния нейтронов и рентгеновского излучения                                                                                   | 1    |
| 3     | 2                    | Приемы и правила работы с диаграммами состояния, существенными для технологии разных стекол и стеклокристаллических материалов                                                                                                                                  | 15   |
| 4     | 2                    | Определение количественного содержания фаз с помощью правила рычага с использованием общих и конкретных диаграмм состояния                                                                                                                                      | 16   |

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Физическая химия стеклообразного вещества» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 93 акад. ч. в 3 семестре. Она проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- ознакомление с рекомендованной литературой и новейшими публикациями в научных журналах, включенных в базы Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение семинаров и конференций, близких по тематике курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ и сдаче зачета по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа программой дисциплины не предусмотрена.

## 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работ (по две работы на каждый раздел). Максимальная оценка за контрольные работы № 1-4 (3 семестр) составляет 60 баллов: №1 – 10 баллов; №2 – 5 баллов; №3 – 20 баллов; №4 – 25 баллов.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, 4 балла за первый вопрос, 4 балла за второй вопрос и 2 балла за третий вопрос.**

### Вопрос 1.1.

1. Получение и интерпретация функций радиального распределения электронной или ядерной плотности стекол.
2. Дайте определение «стеклообразное вещество». Почему термины «стеклообразное состояние» и «стекло» не имеют до сих пор однозначного толкования?
3. Опишите факторы, влияющие на склонность вещества к стеклообразованию.

### Вопрос 1.2.

1. Укажите наиболее характерные признаки стеклообразного состояния. Дайте пояснения.
2. Современные представления о ближнем и среднем порядке в стеклах.
3. Какие методы используют для выявления фазовых неоднородностей и механизма их образования в стеклах?

### Вопрос 1.3.

1. Какими методами можно дифференцировать аморфные и кристаллические вещества?
2. Основные структурные единицы ближнего порядка в силикатных и боратных стеклах....
3. Метастабильная ликвация в щелочносиликатных системах.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 5 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос на 5 баллов.**

### Вопрос 2.1.

1. Согласно представленным данным постройте кривые малоуглового рассеяния нейтронов для термообработанных стекол и рассчитайте радиус инерции, диаметр наночастиц и расстояние между ними, используя приближение Гинье.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

### Вопрос 3.1.

1. Для составов, соответствующих точкам 1-10, определить:
  - 1) содержание компонентов L и M. Ответ округлить до целых.
  - 2) число степеней свободы с указанием, какие фазы находятся в равновесии и какие параметры можно менять без нарушения фазового равновесия.Найти все фигуративные точки, в которых система может представлять собой одну фазу (указать какую).

### Вопрос 3.2.

1. Начертить схемы кривых охлаждения расплавов, отвечающих точкам 1-10. Заполнить одно- и двухфазные области диаграммы соответствующими фазами....

### Вопрос 3.3.

1. Какое количество  $\text{SiO}_2$  (в %) надо добавить к чистому мулиту ( $3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ ), чтобы смесь полностью расплавилась при температуре  $y$  °С. Варианты условий представлены в таблице.

### Вопрос 3.4.

1. Рассчитать количество (в масс. % и г) и состав каждой из фаз, образующихся при нагреве исходной смеси массой 200 г, содержащей  $x$  %  $\text{Na}_2\text{O}$ , до температуры  $y$  °С. При какой температуре начнется и при какой закончится плавление смеси? Варианты условий представлены в таблице. Ответы округлить до целых.  
Покажите на диаграмме стрелками изменение составов фаз при охлаждении расплава того же состава, что и исходная твердая смесь (см. табл.) от 1700 до 600°С.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 25 баллов. Контрольная работа содержит 4 вопроса, первый вопрос – 6 баллов, второй вопрос – 2 балла, третий вопрос – 2 балла, четвертый вопрос – 15 баллов.**

**Вопрос 4.1.**

1. Определить состав расплава, выраженный через содержание (масс. %) компонентов А, В и С в точках 1-10. Для тех же точек определить состав твердых смесей, т.е. содержание А, С и АВ (элементарный треугольник А-С-АВ) или АВ, С и В (элементарный треугольнике АВ-С-В). Ответ округлить до целых

**Вопрос 4.2.**

1. Нанести на треугольник (рис. 1) следующие составы:  
1) А = 30%, В = 35%, С = 35%; 2) А = 70%, В = 20%, С = 10%; 3) А = 50%, В = 15%, С = 35%; 4) А = 60%, В = 40%; 5) А = 10%, В = 25%, С = 65%; 6) А = 45%, В = 5%, С = 50%; 7) В = 75%, С = 25%; 8) А = 30%, В = 35%, С = 35%; 9) А = 80%, В = 10%, С = 10%; 10) А = 20%, С = 80%.

**Вопрос 4.3.**

1. Нанести на треугольник (рис. 1) все составы:  
1) с отношением В к С равным 70:30; 2) содержащие А – 60%; 3) с отношением А к В равным 50:50; 4) содержащие В – 30%; 5) с отношением А к С равным 25:75; 6) содержащие С – 45%; 7) с отношением В к С равным 65:35; 8) содержащие А – 20%; 9) с отношением А к В равным 30:70; 10) содержащие С – 60%.

**Вопрос 4.4.**

1. От какой температуры необходимо произвести закалку расплава, содержащего 60% А, 20% В и 20% С (см. диаграмму состояния с двойным химическим соединением, плавящимся без разложения), чтобы получить продукт, состоящий из 45,5% стекла, 17% кристаллов А и 37,5% кристаллов АС? Какое по составу стекло зафиксировано при этом?

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

**8.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зачет с оценкой)**

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

1. Определение понятия стеклообразного состояния вещества. Современные представления о строении стекол.
2. Стеклообразование и кристаллизация. Методы получения аморфных твердых тел и стекол.
3. Строение стекла по данным дифракционных исследований: ближний, средний и дальний порядок. Параметры субмикронеоднородной структуры стекол, определяемые с помощью малоуглового рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов.
4. Функция радиального распределения электронной или ядерной плотности для стекол. Нарисуйте и сопоставьте функции парных корреляций для газа, жидкости, стекла и кристаллов.

5. Физико-химические особенности стеклообразного состояния. Факторы, влияющие на способность вещества к стеклообразованию.
6. Основные методы структурных исследований некристаллических твердых тел.
7. Условия стеклообразования. Критерий Сана. Модифицированный Роусоном критерий Сана.
8. Микронеоднородное строение стеклообразующих расплавов и стекол. Основные типы неоднородностей в стеклах.
9. Структурные и кинетические теории стеклообразования.
10. Температурный интервал стеклования. Кинетика стеклования. Термическое последствие.
11. Явление ликвации в стеклообразующих расплавах и стеклах. Примеры практического использования ликвации в стеклах.
12. Выбор состава стекла с низкой склонностью к кристаллизации на основе диаграмм состояния.
13. Шихта для получения известково-натриевого стекла содержит 15%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 20%  $\text{CaO}$  и 65%  $\text{SiO}_2$ . Определить температуру, при которой начнется и закончится плавление шихты.
14. Какого состава расплав необходимо закалить от температуры  $1350^\circ\text{C}$ , чтобы получить продукт, содержащий 48% стекла, 43.5% компонента  $A$  и 8.5%  $AC$ ? Определить химический состав стекла, фиксируемого при закалке.
15. Высококремнеземистое стекло, содержащее 10%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 10%  $\text{CaO}$  и 80%  $\text{SiO}_2$ , нагрето в равновесных условиях до температуры  $1300^\circ\text{C}$ , а затем подвергнуто закалке. Каков качественный и количественный фазовый состав полученного продукта?
16. Определить: 1) температуру начала плавления смеси, содержащей 20%  $\text{MgO}$ , 50%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 30%  $\text{SiO}_2$ ; 2) количество жидкой фазы и состав твердой фазы, образующихся в данной системе при  $1600^\circ\text{C}$ .
17. Известково-натриево-кальциевое стекло имеет состав (масс. %): 75%  $\text{SiO}_2$ , 15%  $\text{Na}_2\text{O}$  и 10%  $\text{CaO}$ . Определить, при какой равновесной температуре полностью расплавится шихта аналогичного состава для получения этого стекла.
18. Определить: 1) температуру начала плавления твердой смеси, содержащей равные количества кордиерита и муллита; 2) количество жидкой фазы и состав твердой фазы, образующихся в этой системе при  $1600^\circ\text{C}$ .
19. Дана твердая смесь, состоящая из 10% кристаллов  $A$ , 40% кристаллов  $B$  и 50% кристаллов  $ABC$ . Определить: 1) при какой температуре начнется и закончится плавление этой смеси, 2) состав и количество жидкой фазы, находящейся в равновесии с твердой фазой при температуре  $800^\circ\text{C}$ , 3) состав и количество твердой фазы, находящейся в равновесии с жидкой фазой при температуре  $850^\circ\text{C}$ .
20. Состав исходной смеси: 70%  $\text{SiO}_2$  и 30%  $\text{Na}_2\text{O}$ . Определить процентное содержание жидкой и твердой фаз, а также их составы при  $800^\circ\text{C}$ .
21. Для смеси, состоящей из 200 г  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$  и 800 г  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ , определить состав расплава, количество твердой фазы и расплава (в процентах и по массе) при  $900^\circ\text{C}$ .
22. Исходный расплав содержит 30%  $A$ , 40%  $B$  и 30%  $C$ . Определить: 1) процентное содержание фаз в системе при  $1100^\circ\text{C}$ , 2) при какой температуре начнется и закончится кристаллизация расплава, 3) состав жидкой фазы в конечный момент кристаллизации.
23. Для смеси, состоящей из 90 г  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$  и 10 г  $\text{SiO}_2$ , определить при  $800^\circ\text{C}$  состав ее фаз, процентное содержание твердой фазы и расплава.
24. Какое количество (в масс. %)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  надо добавить к  $\text{SiO}_2$ , чтобы температура плавления смеси понизилась на  $100^\circ\text{C}$  по сравнению с  $\text{SiO}_2$ ?
25. На диаграмме состояния  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2/\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  покажите последовательность фазовых изменений при нагревании (охлаждении) состава,

заданного преподавателем. Определить состав и количество фаз в момент подхода к конечной точке кристаллизации и после полной кристаллизации расплава.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4. Структура и пример билета к зачету с оценкой (3 семестр)

Зачет с оценкой по дисциплине «Физическая химия стеклообразного вещества» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы. Билет для зачета с оценкой состоит из трех вопросов: первый касается теоретических аспектов разных разделов курса, второй – задача по диаграммам состояния двух- или трехкомпонентных систем, третий – рассмотрение путей кристаллизации исходного расплава или плавления исходной твердой смеси, состав которых задан преподавателем на конкретной диаграмме состояния трехкомпонентной системы. Ответы на вопросы билета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: первый вопрос – 10 баллов, второй – 15 баллов, третий – 15 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой ХТСиС</p> <p>_____ В.Н. Сигаев</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Кафедра химической технологии стекла и ситаллов</b>                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>18.04.01 «Химическая технология»</b>                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Магистерская программа - «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
| <b>Физическая химия стеклообразного вещества</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                       |
| <b>Билет № 5</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                       |
| <p>1. Микронеоднородное строение стеклообразующих расплавов и стекол. Основные типы неоднородностей в стеклах.</p> <p>2. Шихта для получения известково-натриевого стекла содержит 15% Na<sub>2</sub>O, 20% CaO и 65% SiO<sub>2</sub>. Определить температуру, при которой начнется и закончится плавление шихты.</p> <p>3. На диаграмме состояния Na<sub>2</sub>O-CaO-SiO<sub>2</sub> покажите последовательность фазовых изменений при нагревании (охлаждении) состава, заданного преподавателем. Определить состав и количество фаз в момент подхода к конечной точке кристаллизации и после полной кристаллизации расплава.</p> |                                                                                                       |

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Немилов С.В. Научные основы материаловедения стекол. Учебное пособие / С.В. Немилов. СПб: Лань, 2022. – 360 с.
2. Шелби, Дж. Структура, свойства и технология стекла: пер. с англ. / Дж. Шелби. - М.: Мир, 2006. - 288 с.
3. Типовые диаграммы состояния трехкомпонентных систем: учебно-методическое пособие / сост. Н. В. Голубев. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. - 70 с.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Рабухин, А.И. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных соединений: учебник / А.И. Рабухин, В.Г. Савельев. - М.: Инфра-М, 2009. – 303 с.
2. Фельц А. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела. – М.: Мир, 1986. – 556 с.
3. Мазурин О.В., Стрельцина М.В., Швайко-Швайковская Т.П. Свойства стекол и стеклообразующих расплавов. Т. 1-6. – Л.: Наука, 1973 – 1996.
4. Древинг В.П., Калашников Я.А. Правило фаз с изложением основ термодинамики. – М.: Изд-во МГУ, 1964. – 455 с.
5. Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем / А.М. Захаров. – М.: Металлургия, 1990. – 240 с.

### **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

Научно-технические журналы:

- «Физика и химия стекла» ISSN: 0132-6651
- «Стекло и керамика» ISSN: 0131-9582
- «Неорганические материалы» ISSN: 0002-337X
- «Журнал неорганической химии» ISSN: 0044-457X
- Journal of Non-Crystalline Solids ISSN: 0022-3093
- Physics and Chemistry of Glasses ISSN: 0031-9090
- Journal of the American Ceramic Society ISSN: 1551-2916
- Journal of Phase Equilibria ISSN: 1054-9714
- Nature Materials ISSN: 1476-1122
- Advanced Materials ISSN: 1521-4095
- Advanced Functional Materials ISSN: 1616-3028

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации для лекций и практических занятий – 25;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 36);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 25).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физическая химия стеклообразного вещества» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая копировальный аппарат и рабочие компьютерные места с доступом к базам данных и выходом в сеть Интернет.

### **11.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.3. Печатные и электронные образовательно-информационные ресурсы:**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине и раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам стекол и стеклокристаллических веществ; информационно-поисковая система SciGlass Software Suite (LHASA, LLC, США); база данных диаграмм фазовых равновесий (ACerS).



**11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения**

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                                                                          | Реквизиты договора поставки               | Количество лицензий                            | Срок окончания действия лицензии                                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                                                              | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020     | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                                 |
| 2.    | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li></ul> | Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019    | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.    | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition                                                                                       | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | -                                              | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

#### 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                        | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Методы контроля освоения программы                                                                  |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Раздел 1. Физико-химические основы стеклообразного состояния | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– научные достижения и перспективные направления работ в области физикохимии стекла;</li> <li>– современные представления о строении стекла, возможности управления физико-химическими свойствами стекол и придания им новых функциональных свойств;</li> <li>– основы новейших инструментальных методов экспериментального исследования структуры и свойств стекол.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к материалам, самостоятельно осваивать и грамотно использовать результаты новых экспериментальных и теоретических исследований в области физикохимии стекла;</li> <li>– подбирать адекватные методы исследования структуры и свойств стекол и стеклокристаллических материалов;</li> <li>– применять полученные теоретические знания для решения конкретных исследовательских и прикладных задач.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами по теоретическим и прикладным аспектам исследований стекол и стеклокристаллических материалов;</li> <li>– способностью к анализу и оценке современных научных достижений, к выработке новых решений исследовательских и прикладных задач в области физикохимии стекла.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольные работы №1 и 2 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)</p> |
| Раздел 2. Диаграммы состояния стеклообразующих систем        | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– научные достижения и перспективные направления работ в области физикохимии стекла;</li> <li>– современные представления о строении стекла, возможности управления физико-химическими</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Оценка за контрольные работы №3 и 4 (3 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой (3 семестр)</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>свойствами стекол и придания им новых функциональных свойств.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к материалам, самостоятельно осваивать и грамотно использовать результаты новых экспериментальных и теоретических исследований в области физикохимии стекла;</li> <li>– применять полученные теоретические знания для решения конкретных исследовательских и прикладных задач;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами по теоретическим и прикладным аспектам исследований стекол и стеклокристаллических материалов;</li> <li>– методикой работы с диаграммами состояния и уметь использовать их для решения практических задач;</li> <li>– способностью к анализу и оценке современных научных достижений, к выработке новых решений исследовательских и прикладных задач в области физикохимии стекла.</li> </ul> |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Физическая химия стеклообразного состояния»**  
**основной образовательной программы**  
 18.04.01 Химическая технология  
 магистерская программа  
 «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Физическая химия твердого тела»**

**Направление подготовки  
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа  
«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена профессором кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров д.х.н. А.В. Беяковым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева «13» июня 2025 г., протокол № 17.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Физическая химия твердого тела» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в том числе в области химии и технологии тугоплавких неорганических и силикатных материалов.

**Цель дисциплины** – углубление знаний, умений, владений и формирование компетенций в области химии твердого тела материалов на основе высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), строения кристаллических и стеклообразных твердых тел, квазихимических реакций, термодинамики фазообразования в силикатных системах, взаимосвязей «состав – структура – условия синтеза – свойства» ВФМ, а также в области современных и перспективных ВФМ и направлений дальнейшего развития этой области материаловедения керамических материалов.

**Задача дисциплины** – формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области химии твердого тела для материалов на основе ВФМ, понимания концепции и общих закономерностей проектирования и создания этих материалов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в указанной области материаловедения керамических материалов.

Дисциплина «Физическая химия твердого тела» преподается в 3 семестре обучения. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

**Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:**

| <b>Задача профессиональной деятельности</b>                                                                                                                                           | <b>Объект или область знания</b>                                                                                                                                     | <b>Код и наименование ПК</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>                                                                                                                                                                                                                       | <b>Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта)<br/>Обобщенные трудовые функции</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский</b>                                                                                                             |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.1 Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                                         | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     | ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |



|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ</p> | <p>социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н).<br/>Обобщенная трудовая функция В<br/>Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки;<br/>уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства</p> <p>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н).<br/>Обобщенная трудовая функция В<br/>Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла;<br/>уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла</p> <p>ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных</p> |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | <p>материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018 № 573н). Обобщенная трудовая функция Н Организация научно-экспериментальных исследований применяемых неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, для выбора перспективных компонентов и материалов из них с целью внедрения их в производство; уровень квалификации 7, трудовая функция Н/03.7 Руководство теоретическими и экспериментальными исследованиями в рамках создания нового объекта интеллектуальной собственности в области производства ракетно-космических комплексов и систем</p> |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины обучающийся в магистратуре должен:

*Знать:*

- современные научные достижения и перспективные направления исследований в области химии твердого тела материалов на основе тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ВФМ);
- современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и химических свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;
- значение химии твердого тела в технологических процессах ВФМ, проектировании и практических аспектах исследования их состава, структуры и свойств, эксплуатации материалов;
- значение химии твердого тела при создании новых материалов на основе ВФМ для применения в различных областях хозяйства.

*Уметь:*

- проводить анализ научно-технической литературы в области химии твердого тела материалов на основе ВФМ;
- формулировать с привлечением химии твердого тела требования к материалам и определять эффективные пути создания новых материалов на основе ВФМ с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- проводить с привлечением химии твердого тела экспериментальные исследования состава, структуры и свойств материалов на основе ВФМ;
- применять теоретические знания по химии твердого тела материалов на основе ВФМ для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

*Владеть:*

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим аспектам химии твердого тела материалов на основе ВФМ;
- основанными на химии твердого тела методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии материалов на основе ВФМ, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;
- основанными на химии твердого тела методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза материалов на основе ВФМ;
- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования, основанных на химии твердого тела, и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области материалов на основе ВФМ с учетом правил соблюдения авторских прав.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Виды учебной работы                                       | В зачетных единицах | В академ. часах  | В астр. часах      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>    | <b>4</b>            | <b>144</b>       | <b>108</b>         |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>            | <b>1,42</b>         | <b>51</b>        | <b>38,25</b>       |
| <i><b>в том числе в форме практической подготовки</b></i> | <i><b>0,47</b></i>  | <i><b>34</b></i> | <i><b>25,5</b></i> |
| Лекции (Лек)                                              | 0,47                | 17               | 12,75              |
| Практические занятия (ПЗ)                                 | 0,95                | 34               | 25,5               |

|                                                    |                        |           |              |
|----------------------------------------------------|------------------------|-----------|--------------|
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 0,47                   | 34        | 25,5         |
| <b>Самостоятельная работа (СР):</b>                | <b>2,58</b>            | <b>93</b> | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,58                   | 0,4       | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 92,6      | 69,45        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |           |              |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| Раздел | Раздел дисциплины                                                                                                                                                                                                        | Академ. часов |           |           |           |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
|        |                                                                                                                                                                                                                          | Всего         | Лек       | ПЗ        | СР        |
| 1.     | Принципы синергетики в технологии керамики. Режимы на границе раздела твердое-жидкость. Точечные дефекты по Крёгеру-Винку.                                                                                               | 48            | 5         | 11        | 32        |
| 2.     | Диаграммы Броуэра, зонная теория на языке Крёгера-Винка. Переход открытых пор в закрытые. «Вещество на границе кристалла» и его роль в спекании керамики. Твердые растворы в $ZrO_2$ , $Al_2O_3$ , и синтезе форстерита. | 48            | 5         | 11        | 32        |
| 3.     | Спекание с контролируемой скоростью усадки, двухступенчатое спекание. Полиморфизм и химия дефектов. Керамические связки и их удаление. Процессы при спекании керамики в зависимости от электропроводности и усадки       | 48            | 7         | 12        | 29        |
| 4.     | <b>Сумма</b>                                                                                                                                                                                                             | <b>144</b>    | <b>17</b> | <b>34</b> | <b>93</b> |

## 4.2. Содержание разделов дисциплин

**Раздел 1. Принципы синергетики в технологии керамики. Режимы на границе раздела твердое-жидкость. Точечные дефекты по Крёгеру-Винку. Применение точечных дефектов в технологии керамики. Зонная теория и дефекты. Центры окрашивания в кристаллах. Доминирующие дефекты в кристаллах.**

Введение.

Основные принципы синергетики, и их роль в технологии керамики. Фракталы и их роль в синергетике и технологии керамики. Примеси, понижающие или повышающие температуру плавления растущего кристалла. Изменения распределения примеси с ростом температуры. Явления самоорганизации на границе твердое-жидкость. Управляющие воздействия, влияющие на процессы взаимодействия керамики с жидкой фазой (коррозия). Свойства керамики и расплава, влияющие на их взаимодействие. Влияния электрических, механических и других внешних воздействий на процессы, происходящие на границе твердая-жидкость. Коррозия керамики на границе с агрессивным расплавом.

Строение оксидных расплавов. Катионы основного характера K1 и катионы, образующие комплексные катионы с кислородом K2. Поведение одновременного присутствия K1 и K2 в расплаве на процессы контакта жидкости с керамикой. Строение и поведение эвтектик при кристаллизации и в процессе спекания. Особенности роста кристаллов.

Виды точечных дефектов и квазихимические реакции. Запись квазихимических реакций по Крёгеру–Винку. Подход к квазихимическим реакциям с позиций Гиббса. Описание образования дефектов структуры через квазихимические реакции.

Описание процессов с помощью диаграммы Броуэра. Диаграмма Броуэра для веществ АВ, MgO, MgO с добавкой Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Зонная теория и описание донорных и акцепторных уровней в MgO с добавкой Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на языке квазихимических реакций. Проводники, сверхпроводники, полупроводники, изоляторы.

Роль точечных дефектов для спекания керамики. Зонная теория на языке квазихимических реакций. Образование центров окрашивания. Механизмы диффузии в кристаллах. Различия диффузии в монокристалле и в керамике. Ионы кислорода в оксидной керамике. Их роль в спекании керамики. Роль дефектов по катиону в спекании керамики при реализации механизма Шоттки.

Рост кристаллов и определение примесей в системе ZrO<sub>2</sub> с добавкой CaO. Расположение примесей по поверхности и в объеме кристалла. Понятие «вещество на границе кристалла», и его роль в спекании и росте кристаллов. Образование точечных дефектов в системах Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с добавкой TiO<sub>2</sub> или MgO. Определение доминирующих дефектов в кристалле.

**Раздел 2. Определение термодинамических характеристик реакций дефектообразования в кристаллах с отклонением от стехиометрии в простых оксидах. Отклонение от стехиометрии при синтезе сложных оксидов из высокодисперсных порошков.**

Дефекты в кристаллах с нестехиометрией в простых оксидах. Дефекты в нестехиометрическом кристалле АВ<sub>(1-δ)</sub>. Дефекты в нестехиометрическом кристалле MeO<sub>(2-δ)</sub>. Некоторые методы исследования точечных дефектов.

Отклонение от стехиометрии при синтезе сложных оксидов из высокодисперсных порошков. γ - нестехиометрия.

Деформации в структуре кристалла, вносимые точечными дефектами. Дислокации краевые и винтовые. Их образование и перемещение в монокристалле и в керамике. Дислокации. Роль дислокаций в металлических и неорганических неметаллических кристаллах, содержащих 2 и более катионов. Вектор Бюргерса. Дефекты упаковки.

Причины образования пор в керамике. Эволюция пор в процессе спекания. Локальные уплотнения в заготовке, и причины их образования. Рост пор при переходе открытых пор в закрытые. Сверхбыстрое спекание.

Отклонение от стехиометрии в кристалле. Полиморфные превращения в кристалле и объемные изменения. Роль полиморфных переходов на свойства керамики. Роль точечных дефектов для полиморфных переходов. Влияние катионных и анионных вакансий на стабилизацию или дестабилизацию полиморфных фаз на примере  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{WO}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ .

Эффекты Киркендалла и Френкеля. Влияние различных факторов (дисперсности частиц порошка, давления, режима подъема температуры, присутствия добавок и др.) на полноту реакции.

**Раздел 3. Синтезы сложных оксидов ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  и  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ). Спекание с контролируемой скоростью усадки, двухступенчатое спекание. Керамические связки и их удаление. Процессы при спекании керамики в зависимости от электропроводности и усадки. Магнитные сверхпроводники и перспективные области их применения.**

Синтез форстерита с применением различных анионов. Влияние дефектов по катиону и по аниону (разупорядоченность по Шоттки) на фазовые переходы в керамике. Синтез форстерита ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ) из различных прекурсоров. Эффект Хэдвалла, и его роль в синтезе форстерита.

Синтез благородной шпинели из различных прекурсоров. Попытка с помощью добавок получить твердый раствор  $\text{MgO}$  в  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  и объяснение полученных результатов.

Временные технологические связки для формования керамики. Гелевое литье. Инжекционное формование. Опорные связки (backbone binder). Удаление связок: термическое, в растворах, в сверхкритических флюидах, вакуумное. Связка CATAMOLD, и автоматическая линия с применением этой связки. Причины выравнивания скола при выжигании связки.

Спекание с контролируемой скоростью усадки. Сравнением с традиционным спеканием. Изменение структуры керамики и роль точечных дефектов. Уменьшение размеров кристаллов в керамике. Двухступенчатое спекание высокодисперсных порошков. Быстрый нагрев до температуры спекания  $T_1$ , уплотнение до примерно 70-85 истинной плотности, снижение температуры до  $T_2$  и выдержка до полного уплотнения. Применяют для обычных и для нанопорошков. Достоинства по сравнению с другими методами сохранения малого размера кристаллов.

Процессы, происходящие при подъеме температуры и измерении электропроводности и усадки. Первый максимум на кривой электропроводности и его причины. Влияние дисперсности на первый максимум. Область второго максимума на кривой электропроводности и его причины. Область третьего максимума на кривой электропроводности и его причины. Область третьего максимума на кривой электропроводности и переход открытых пор в закрытые. Влияние степени неравновесности процесса на положение максимумов. Обсуждение результатов, полученных ранее на языке изменения структуры материала и перехода открытых пор в закрытые. Сравнение эффективности различных методов спекания для получения беспористой мелкокристаллической керамики.

Магнитные полупроводники. Магнитосопротивлением в магнитных кристаллах. Эффект Холла в магнитных полупроводниках. Структура и свойства магнитных полупроводников — монохалькогенидов европия и халькогенидных шпинелей. Гигантский красный сдвиг края оптического поглощения и его связь с магнитным порядком. Применение модели  $s$ - $d$  обмена к магнитным полупроводникам. Понятие о

ферронах. Электрические свойства ферромагнитных полупроводников *n*-типа и *p*-типа. Возможные применения магнитных полупроводников. Спинтроника.

Заключение. Перспективы использования новых подходов к спеканию керамики.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                                                                                                                    | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|    | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |             |
| 1  | – современные научные достижения и перспективные направления исследований в области химии твердого тела материалов на основе высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ)                                                                                                                    | +           | +           | +           |
| 2  | – современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и химических свойствах твердых тел как звеньях единой цепи                                                                                                                                               | +           | +           | +           |
| 3  | – значение химии твердого тела в технологических процессах ВФМ, проектировании и практических аспектах исследования их состава, структуры и свойств, эксплуатации материалов                                                                                                                        | +           | +           | +           |
| 4  | - значение химии твердого тела при создании новых материалов на основе ВФМ для применения в различных областях хозяйства.                                                                                                                                                                           | +           | +           | +           |
|    | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |             |
| 5  | – проводить анализ научно-технической литературы в области химии твердого тела материалов на основе ВФМ                                                                                                                                                                                             | +           | +           | +           |
| 6  | – формулировать с привлечением химии твердого тела требования к материалам и определять эффективные пути создания новых материалов на основе ВФМ с комплексом заданных свойств для конкретных областей приме                                                                                        | +           | +           | +           |
| 7  | – проводить с привлечением химии твердого тела экспериментальные исследования состава, структуры и свойств материалов на основе ВФМ                                                                                                                                                                 | +           | +           | +           |
| 8  | – применять теоретические знания по химии твердого тела материалов на основе ВФМ для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.                                                                                                                        | +           | +           | +           |
|    | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |             |             |
| 9  | – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим аспектам химии твердого тела материалов на основе ВФМ                                                                                                                          | +           | +           | +           |
| 10 | – основанными на химии твердого тела методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии материалов на основе ВФМ, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения | +           | +           | +           |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |   |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| 11 | – основанными на химии твердого тела методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза материалов на основе ВФМ                             | + | + | + |
| 12 | – способностью и готовностью к разработке новых методов исследования, основанных на химии твердого тела, и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области материалов на основе ВФМ с учетом правил соблюдения авторских прав. | + | + | + |

| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i> |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
|                                                                                                                                      | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                                   | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |   |
| 10                                                                                                                                   | – ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств. | – ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ.                                                                                                                                                                                  | + | + | + |
| 11                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         | – ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ.                                                          | + | + | + |
| 12                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         | – ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ. | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия. Примерные темы практических занятий

Примерный перечень практических занятий:

| №  | Раздел   | Темы практических (семинарских) занятий                                                                            | Акад. часы |
|----|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1  | Раздел 1 | 1. Появление ячеек Бенара и реакция Белоусова-Жаботинского.                                                        | 2          |
| 2  | Раздел 1 | 2. Примеси, понижающие или повышающие температуру плавления растущего кристалла.                                   | 2          |
| 3  | Раздел 1 | 3. Явления самоорганизации на границе твердое-жидкость.                                                            | 2          |
| 4  | Раздел 1 | 4. Диаграммы Броуэра и их роль в описании равновесия дефектов.                                                     | 2          |
| 5  | Раздел 1 | 5. Роль дефектов по катиону в спекании керамики при реализации механизма Шоттки.                                   | 2          |
| 6  | Раздел 1 | 6. Отклонение от стехиометрии в кристалле и полиморфные превращения.                                               | 1          |
| 7  | Раздел 2 | 1. Дефекты кристаллов с нестехиометрией.                                                                           | 2          |
| 8  | Раздел 2 | 2. Методы определения вида и концентрации точечных дефектов                                                        | 2          |
| 9  | Раздел 2 | 3. Определение типа твердого раствора в системе $ZrO_2$ с добавкой CaO и расчет его плотности.                     | 2          |
| 10 | Раздел 2 | 4. Полиморфные превращения в кристалле и роль точечных дефектов.                                                   | 1          |
| 11 | Раздел 2 | 5. Понятие «вещество на границе кристалла», и его роль в спекании и росте кристаллов.                              | 2          |
| 12 | Раздел 2 | 6. Эффекты Киркендалла и Френкеля                                                                                  | 2          |
| 13 | Раздел 3 | 1. Синтез форстерита ( $Mg_2SiO_4$ ) из различных прекурсоров и эффект Хэдвалла.                                   | 2          |
| 14 | Раздел 3 | 2. Анализ попытки получения твердого раствора $MgO$ в $MgAl_2O_4$ .                                                | 2          |
| 15 | Раздел 3 | 3. Современные связи для формования керамики. Опорные связи.                                                       | 2          |
| 16 | Раздел 3 | 3. Спекание с контролируемой скоростью усадки и двухступенчатое спекание. Влияние на размер кристаллов к керамике. | 2          |
| 17 | Раздел 3 | 4. Стабилизация или дестабилизация полиморфных фаз на примере $Al_2O_3$ , $WO_3$ , $ZrO_2$ , $Ca_2SiO_4$ .         | 2          |
| 18 | Раздел 3 | 6. Изменения в пористости и ее роль в спекании керамики.                                                           | 2          |

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Физическая химия твердого тела» не предусмотрен.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу лекционного курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение 3 контрольных работ (всего 60 баллов, по 20 баллов за каждую контрольную работу) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (40 баллов).

### 8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативная работа не предусмотрена.

### 8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по 20 акад. баллов за каждую). Максимальное общее количество баллов за контрольные работы 60 баллов.

**Раздел 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

#### **КР-1. Контрольный вопрос № 1.1.**

**Максимальная оценка – 10 баллов**

1. Определение системы и окружающей среды. Окружающая среда для молекулы. Окружающая среда для изделия, находящегося в печи.
2. Открытые системы. Что характеризует информация?
3. Определение синергетики. Аналогичные названия, применяемые для химических систем.
4. Классификация материалов по уровням масштабов. На каком уровне масштабов находится химический состав материала? Что включает в себя описание структуры изделия?
5. Диссипативные структуры.
6. Аккумулирующие структуры.
7. Могут ли одни и те же структуры материала играть в зависимости от внешнего воздействия роль и диссипативных, и аккумулирующих? Дайте развернутый ответ и приведите примеры.
8. Условность деления структур материала на диссипативные и аккумулирующие.

9. Степень неравновесности структуры материала. В чем она выражается?
10. Устойчивые состояния системы. Детерминированные и хаотические системы. Принцип Ле-Шателье–Брауна.
11. Суть принципа Ле-Шателье–Брауна, и как он проявляется при различных внешних воздействиях?
12. Неустойчивая система. Чувствительность к шумам (внешним и внутренним флуктуациям).
13. Понятие детерминированного хаоса.
14. Понятие о бифуркации.
15. Все ли неустойчивые системы являются бифуркациями?
16. Как поступать исследователю, если неустойчивое состояние не является бифуркацией?
17. Мультистабильность системы и возможности получения стабильных свойств материала.
18. Бифуркации и потеря памяти о предыдущем пути эволюции системы. Стрела времени.
19. Степень неравновесности системы и пути ее эволюции.
20. Примеры диссипативных структур при взаимодействии материала с агрессивной средой.
21. Развитие реальных систем в ряду «устойчивость-неустойчивость-устойчивость». Характеристика этих состояний.
22. Явление самоорганизации. Примеры самоорганизации.
23. Ячейки Бенара.
24. Как будут меняться параметры ячеек Бенара при изменении внешних условий. Приведите примеры.
25. Реакция Белоусова-Жаботинского.
26. Как меняются параметры реакции Белоусова-Жаботинского при изменении внешних условий?
27. Примеры применения синергетических подходов к описанию процессов взаимодействия неорганического неметаллического материала с агрессивной средой.
28. Определение фрактала.
29. Размерность Хаусдорфа–Безиковича и евклидово пространство.
30. Примеры математических фракталов. Кривая Кох.
31. Области применения геометрии фракталов.
32. Перколяция. Основная задача теории перколяции.
33. Приведите примеры явлений, где теорию перколяции можно применять.
34. Агрегация частиц. Модель ограниченной диффузией агрегации.
35. Модель гелеобразования.
36. Понятие о мультифрактале.
37. Что такое кластер в геометрии фракталов?
38. Понятие об аттракторе. Детерминированные и хаотические аттракторы.
39. Примеры фракталов.
40. Применение геометрии фракталов к процессам взаимодействия неорганического неметаллического материала с агрессивной средой.
41. Получение порошков механическим измельчением с позиций синергетики.
42. Получение порошков химическими методами с позиций синергетики.
43. Получение формовочных масс с позиций синергетики.
44. Получение полуфабриката методом полусухого одноосного прессования с позиций синергетики.
45. Получение полуфабриката методом экструзии с позиций синергетики.
46. Получение полуфабриката методом раскатки с позиций синергетики.
47. Получение полуфабриката методом допрессовки с позиций синергетики.

48. Получение полуфабриката методом литья из водных шликеров с позиций синергетики.
49. Получение полуфабриката методом литья из парафиновых шликеров с позиций синергетики.
50. Процессы при твердофазном спекании с позиций синергетики с позиций синергетики.
51. Почему кристаллы из «особо чистых веществ» всегда содержат примеси?
52. Коэффициент распределения примеси при росте монокристалла между твёрдой и жидкой фазами.
53. Как вычисляют коэффициент распределения примеси по диаграмме состояния?
54. Как ведет себя примесь, понижающая температуру плавления растущего кристалла, кристалла, если она **понижает** температуру его плавления? Поясните помощью диаграммы состояния.
55. Как ведет себя примесь, понижающая температуру плавления растущего кристалла, кристалла, если она **повышает** температуру его плавления? Поясните помощью диаграммы состояния.
56. Какое значение имеет коэффициент распределения примеси, если примесь **понижает** температуру его плавления? Поясните помощью диаграммы состояния.
57. Какое значение имеет коэффициент распределения примеси, если примесь **повышает** температуру его плавления? Поясните помощью диаграммы состояния.
58. Формула эффективного коэффициента распределения  $k = k_0 / [k_0 + (1 - k_0)e^{V\delta/D}]$ . Почему она появилась и что означают входящие в нее величины?
59. Диффузионный слой на границе растущего кристалла. Что происходит в нем с примесью в зависимости от коэффициента распределения примеси?
60. Чем и почему определяется распределение примесей в слое перед растущим кристаллом при отсутствии перемешивания расплава при  $k < 1$ ? Какая ситуация возникает при жидкофазном спекании?
61. Как и почему изменяется концентрация примесей в расплаве перед растущим кристаллом при  $k < 1$ ?
62. Кинетическая область процесса взаимодействия кристалла с жидкостями и газами.
63. Диффузионная область процесса взаимодействия кристалла с жидкостями и газами.
64. Смешанная область процесса взаимодействия кристалла с жидкостями и газами.
65. Почему с ростом температуры процессы обычно переходят из кинетической области в диффузионную?
66. Диффузионная область как реализация принципа Ле-Шателье–Брауна.
67. Как можно перейти из диффузионной области в кинетическую? Как определить, что процесс происходит в кинетической области?
68. Почему в кинетической области процесс зависит от состояния поверхности твердого тела? От каких именно элементов поверхности он зависит?
69. Рассмотрите процесс растворения твердого тела на границе с приповерхностным слоем с позиций синергетики.
70. Структура (строение) диффузионного слоя при наличии нескольких катионов в кристалле и в жидкой среде.
71. Образование диффузионного слоя как проявление принципа Ле-Шателье–Брауна.
72. Первый механизм образования ДЭС с позиций синергетики.
73. Второй механизм образования ДЭС с позиций синергетики.
74. Третий механизм образования ДЭС с позиций синергетики.
75. Какие механизмы образования ДЭС реализуются при реальном взаимодействии кристалла с расплавом?
76. Равнодоступная поверхность и формула Левича. Какие требования к режиму вращения и к структуре образца?

77. Объясните влияние внешних условий на процесс взаимодействия твердого тела с жидкостью.
78. Почему фрактальность поверхности раздела повышает скорость растворения? Дайте развернутый ответ.
79. Почему фрактальность поверхности помогает ускорить образование диффузионного слоя и проявлению принципа Ле-Шателье–Брауна?
80. Как меняется структура контактного слоя ТТ-Ж при их взаимодействии?

### **КР-1. Контрольный вопрос № 2.1.**

#### **Максимальная оценка – 10 баллов**

1. Какие внешние управляющие воздействия могут влиять на процессы коррозии керамики?
2. Как влияет на процесс коррозии керамики структура пористости?
3. Как влияет на процесс коррозии керамики структура поверхности пор?
4. Как влияет на процесс коррозии керамики структура межкристаллической фазы?
5. Как влияет на процесс коррозии керамики структура кристаллов керамики?
6. Как влияет на процесс коррозии керамики вязкость жидкости?
7. Какие процессы происходят при взаимодействии ТТ с Ж?
8. Какие аккумулярующие структуры образуются при контакте ТТ с Ж.? Что способствует их возникновению?
9. Как определить стойкость оксида к восстановлению по значению  $\Delta G^\circ$ ? Дайте развернутый ответ.
10. Самоорганизация при растворении ТТ. Изменение рельефа границы ТТ-Ж.
11. Как влияют постоянные электрические поля на процессы в диффузионном слое при взаимодействии керамики с расплавом.
12. Какие проблемы затрудняют применение электрических полей для защиты керамики от коррозии при высоких температурах?
13. Основные положения строения жидкостей.
14. Процесс кристаллизации простых жидкостей.
15. Процесс кристаллизации эвтектики.
16. Основные отличия процессов кристаллизации простых жидкостей от кристаллизации эвтектик.
17. Роль эвтектик в химическом сопротивлении керамики при высоких температурах.
18.  $\alpha$ -фаза и  $\beta$ -фаза при кристаллизации эвтектик.
19. Условия образования одномерных кристаллов  $\alpha$ -фаз при кристаллизации эвтектик.
20. Процесс взаимодействия двух кристаллов, образующих эвтектику.
21. Строение расплавов оксидов. Катионы  $K_1$  и  $K_2$ .
22. Основность расплавов оксидов через соотношение основных и кислых оксидов и концентрацию (активность) анионов кислорода.
23. Почему вязкость металлургических шлаков возрастает с увеличением содержания кислых оксидов ( $SiO_2$ )?
24. В каком случае при спекании с добавками эвтектики жидкая фаза сначала насыщена относительно основного компонента керамики? Дайте развернутый ответ.
25. Почему при использовании эвтектических добавок на контакте кристалл–жидкость проявляется чувствительность к точечным дефектам? Дайте развернутый ответ.
26. Почему происходит растворение основной фазы в эвтектике при спекании керамики с добавками эвтектик? Дайте развернутый ответ.
27. Почему и как происходит массоперенос основной фазы в эвтектике при спекании керамики с добавками эвтектик? Дайте развернутый ответ.
28. Почему сложные оксиды, в которых один катионов из которых основной, а второй – кислый, часто легко пропитываются по границам кристаллов? Дайте развернутый ответ.

29. Почему кристаллы всегда имеют дефекты? Ответ дайте с привлечением синергетики и химии кристаллов с дефектами.
30. Как получить кристалл с минимальным содержанием дефектов? Ответ дайте с привлечением синергетики и химии кристаллов с дефектами.
31. Обмен веществом кристалла с окружающей средой. К чему это приводит?
32. Обмен информацией кристалла с окружающей средой. К чему это приводит?
33. Обмен энергией кристалла с окружающей средой. К чему это приводит?
34. Почему быстрый рост кристалла обычно приводит к увеличению содержания дефектов? Ответ дайте с привлечением синергетики и химии кристаллов с дефектами.
35. Назовите внешние управляющие воздействия, влияющие на рост кристаллов.
36. Назовите внутренние управляющие воздействия, влияющие на рост кристаллов.
37. Рост кристаллов с позиции синергетики и химии кристаллов с дефектами.
38. Дефекты по Шоттки в  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SrO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ . Поясните это с помощью квазихимических реакций.
39. Дефекты по Френкелю в  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ . Поясните с помощью квазихимических реакций. Почему преимущественно они образуются?
40. Дефекты антишоттки в  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . Почему их концентрация в бинарных кристаллах очень мала? В кристаллах каких соединений это возможно?
41. Дефекты антифренкель в  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . Почему их концентрация в бинарных кристаллах обычно мала?
42. Антиструктурные дефекты. Поясните с помощью квазихимических реакций. Почему они редко образуются в кристаллах бинарных соединений?
43. Антиструктурные дефекты. Поясните с помощью квазихимических реакций. В каких соединениях возможно их образование в значительном количестве?
44. Структурная разупорядоченность. Объясните суть и приведите примеры кристаллов, где это происходит.
45. Антиструктурные дефекты и структурная разупорядоченность.
46. Образование “сверхструктуры” в кристаллах. Объясните суть и приведите примеры кристаллов, где это происходит.
47. Сравните обычные химические реакции и квазихимические реакции по Креггеру-Винку.
48. Почему образование дефектов по Шоттки можно рассматривать как процесс растворения вакуума (пустоты) в кристалле. Ответ дайте с привлечением синергетики и химии кристаллов с дефектами.
49. Напишите квазихимическую реакцию образования твердого раствора при введении добавки  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BeO}$  в  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$  в  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ .
50. Напишите квазихимическую реакцию образования твердого раствора при введении добавки  $\text{BeO}$  в  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$  в  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  в  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ .
51. Напишите квазихимическую реакцию образования твердого раствора при введении добавки  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в  $3\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BeO}$  в  $3\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$  в  $3\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  в  $3\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ .
52. Напишите квазихимическую реакцию при добавлении  $\text{Y}_2\text{O}_3$  к  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ . Объясните, почему там образуются вакансии?
53. Приведите пример квазихимической реакции с образованием даймера в системе  $\text{ZrO}_2$ - $\text{MgO}$  (хозяин).
54. Приведите пример квазихимической реакции с образованием траймера в системе  $\text{ZrO}_2$ - $\text{Y}_2\text{O}_3$  (хозяин).
55. Напишите уравнение для зависимости энергии Гиббса от энтальпии и энтропии процесса образования точечных дефектов.
56. Для химической реакции типа:  $\nu_1\text{A} + \nu_2\text{B} \rightarrow \nu_3\text{C} + \nu_4\text{D}$  напишите условие наступления динамического равновесия.



57. Напишите уравнение для химического потенциала при квазихимической реакции. Когда используют активность вместо концентрации.
58. Почему для реакций дефектообразования допустимо использовать концентрации в законе действия масс?
59. Приведите формулу для потенциала Гиббса при реакции типа  $\nu_1 A + \nu_2 B \rightarrow \nu_3 C + \nu_4 D$  с использованием химических потенциалов.
60. Приведите формулу для константы равновесия реакции типа  $\nu_1 A + \nu_2 B \rightarrow \nu_3 C + \nu_4 D$  с использованием термодинамических потенциалов.
61. Приведите формулу для константы равновесия при образовании дефектов по Френкелю в AgBr.
62. Приведите формулу для концентраций  $[Ag_i^\cdot]$  и вакансий  $[V_{Ag}']$  при образовании дефектов по Френкелю в AgBr.
63. Определение концентрации дефектов по Шоттки через константу равновесия для реакции  $O \rightarrow V_{Mg}'' + V_O^{\cdot\cdot}$ .
64. Поясните квазихимическими реакциями, как введение в MgO добавки  $Al_2O_3$  приводит к уменьшению концентрации вакансий по кислороду.
65. Поясните квазихимическими реакциями, как введение в  $Al_2O_3$  добавки  $Nb_2O_5$  приводит к уменьшению концентрации вакансий по кислороду.

**Раздел 2. Контрольная работа № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

### **КР-2. Контрольный вопрос № 2.1.**

**Максимальная оценка – 10 баллов**

1. Что препятствует успешному применению расчета концентрации вакансий по закону действия масс?
2. Роль примесей в расчете концентрации вакансий по закону действия масс.
3. Роль примесей щелочных металлов в расчете концентрации вакансий по закону действия масс.
4. Роль примесей щелочно-земельных металлов в расчете концентрации вакансий по закону действия масс.
5. В чем основная идея построения диаграмм Броуэра?
6. Напишите квазихимическую реакцию, на основе которой получено уравнение  $[V_A^x][V_B^x] = K_S$ .
7. Напишите квазихимическую реакцию, на основе которой получено уравнение  $[V_A'] [h^\cdot] / [V_A^x] = K_a$ .
8. Напишите квазихимическую реакцию, на основе которой получено уравнение  $[V_B^\cdot] [e'] / [V_B^x] = K_b$ .
9. Напишите формулу для константы равновесия реакции  $A_A^x + B_B^x \rightarrow A_A^x + 1/2 B_2 \uparrow + V_B^x$ .
10. Напишите, что означают приведенные величины:  $\delta = [A_A^x] - [B_B^x] = [V_B^x] + [V_B^\cdot] - [V_A^x] - [V_A']$ .

11. Напишите, что означают приведенные величины:  $\ln i = f(\ln R)$ ;  $i = ([V_A^x], [V_A^{\cdot}], [V_B^x], [V_B^{\cdot}], [e^{\cdot}], [h^{\cdot}])$ ;  $R = K_{bv} P_B^{1/2}$ .
12. Интервал I диаграммы Броуэра для соединения АВ (АВ - ионный полупроводник и  $K_S > K_i > K_S^{\cdot}$ ) при низком давлении В. Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
13. Интервал II диаграммы Броуэра для соединения АВ (АВ - ионный полупроводник и  $K_S > K_i > K_S^{\cdot}$ ) при среднем давлении В. Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
14. Интервал III диаграммы Броуэра для соединения АВ (АВ - ионный полупроводник и  $K_S > K_i > K_S^{\cdot}$ ) при высоком давлении В. Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
15. На графике зависимости  $\ln \delta = f(\ln R) = f(\ln P^{1/2})$  имеется вертикальный участок. Что он означает?
16. Интервал I диаграммы Броуэра для соединения MgO при низком давлении O<sub>2</sub>. Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
17. Интервал II диаграммы Броуэра для соединения MgO при среднем давлении O<sub>2</sub>. Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
18. Интервал III диаграммы Броуэра для соединения MgO при высоком давлении O<sub>2</sub>. Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
19. Интервал I диаграммы Броуэра для соединения MgO с добавкой Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при низком давлении O<sub>2</sub>.
20. Интервал III диаграммы Броуэра для соединения MgO с добавкой Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при среднем давлении O<sub>2</sub>. Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
21. Интервал IV диаграммы Броуэра для соединения MgO с добавкой Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при высоком давлении O<sub>2</sub>. Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
22. Почему диаграммы Броуэра слишком схематичны и дают лишь качественные представления о реальном процессе?
23. Какая главная причина, препятствующая расчету концентрации дефектов с учетом закона действия масс?
24. Как располагаются примесные и акцепторные уровни в запрещенной зоне ионного кристалла?
25. Почему точечные дефекты в ионных кристаллах почти всегда имеют заряд?
26. Какую роль играют отрицательные дефекты (вакансии и примесные атомы) в запрещенной зоне? Приведите примеры.
27. Какую роль играют положительные дефекты (вакансии и примесные атомы) в запрещенной зоне? Приведите примеры.
28. Приведите квазихимические реакции для образования отрицательных дефектов (вакансии и примесные атомы) в запрещенной зоне.
29. Как располагаются энергетические уровни вакансий по кислороду и примесного алюминия в запрещенной зоне в MgO с добавкой Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>? Почему их взаимное расположение такое?
30. Напишите квазихимическую реакцию для MgO с добавкой Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, на основе которой получено уравнение  $V_{Mg}^x [V_O^x] = \exp(-\Delta G_S^{\cdot}/kT)$ .
31. Напишите квазихимическую реакцию для MgO с добавкой Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, на основе которой получено уравнение  $[e^{\cdot}] [h^{\cdot}] = \exp(-\Delta G_i/kT) \approx \exp(-E_i/kT) \approx \exp(-(-8eV)/kT)$ .

32. Напишите квазихимическую реакцию для  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , на основе которой получено уравнение  $[V_{\text{Mg}}^x][e']/[V_{\text{Mg}}'] \approx \exp(-(-0,5\text{eV})/kT)$ .
33. Напишите квазихимическую реакцию для  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , на основе которой получено уравнение  $[V_{\text{Mg}}^x][e']^2/[V_{\text{Mg}}''] \approx \exp(-E_A/kT) \approx \exp(-(-1,5\text{eV})/kT)$ .
34. Напишите квазихимическую реакцию для  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , на основе которой получено уравнение  $[V_{\text{O}}^x][h\cdot]/[V_{\text{O}}'] \approx \exp(-(-0,5\text{eV})/kT)$ .
35. Напишите квазихимическую реакцию для  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , на основе которой получено уравнение  $[V_{\text{O}}^x][h\cdot]^2/[V_{\text{O}}''] \approx \exp(-E_D/kT) \approx \exp(-(-2\text{eV})/kT)$ .
36. Напишите квазихимическую реакцию для  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , на основе которой получено уравнение  $[V_{\text{Mg}}'']^2/[V_{\text{O}}''] = \exp(-\Delta G_S/kT)$ .
37. Напишите квазихимическую реакцию для  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , на основе которой получено уравнение  $[Al_{\text{Mg}}']^2[V_{\text{Mg}}''] \approx \exp(-(-0,5\text{eV})/kT)$ .
38. Что означает приведенное уравнение для  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :  
 $[V_{\text{Mg}}^x][V_{\text{O}}^x]/([V_{\text{Mg}}'']^2[V_{\text{O}}'']) \approx 1/([e']^2[h\cdot]^2) \exp((-E_A-E_D)/kT) \approx \exp((2E_i-E_A-E_D)/kT) \approx \exp((-16+1,5+2)\text{eV}/kT) = \exp(-12,5\text{eV}/kT)$ ?
39. Как образуются F-центры в бесцветном кристалле  $\text{NaCl}$ ? Приведите квазихимические реакции.
40. Как образуются V-центры в бесцветном кристалле  $\text{NaCl}$ ? Приведите квазихимические реакции.
41. Почему F-центры видны, а V-центры – нет?
42. Как образуются F-центры в бесцветном кристалле  $\text{MgO}$ ? Приведите квазихимические реакции.
43. Как образуются V-центры в бесцветном кристалле  $\text{MgO}$ ? Приведите квазихимические реакции.
44. Напишите квазихимические реакции образования доминирующих дефектов при избытке кислорода в кристалле  $\text{MeO}$ .
45. Напишите квазихимические реакции образования доминирующих дефектов при избытке металла в кристалле  $\text{MeO}$ .
46. Перечислите дефекточувствительные свойства кристаллов, которые можно использовать для определения вида и концентрации дефектов.
47. Что означают уравнения:  $0 \rightarrow 1/2\text{B}_2 \uparrow + V_{\text{B}}^{\text{q}\cdot} + qe'$ ,  $[V_{\text{B}}^{\text{q}\cdot}][e']^q P_{\text{B}_2}^{1/2} = K$ ?
48. Что означает уравнение:  $[e'] = n = q[V_{\text{B}}^{\text{q}\cdot}] = q\delta$ ?
49. Напишите, как из уравнения  $[V_{\text{B}}^{\text{q}\cdot}][e']^q P_{\text{B}_2}^{1/2} = K$  получают уравнение  $q^q \delta^{q+1} P_{\text{B}_2}^{1/2} = K$ ?
50. Напишите, как из уравнения  $q^q \delta^{q+1} P_{\text{B}_2}^{1/2} = K$  получают уравнение  $\ln K = 1/2 \ln P_{\text{B}_2} + q \ln q + (q+1) \ln \delta = -\Delta H/RT + \Delta S/R$ ?
51. Опишите параметры, входящие в уравнение  $(q+1) [\partial \ln \delta / \partial (1/T)] = -\Delta H/R$ .
52. Как, используя уравнение  $(q+1) [\partial \ln \delta / \partial (1/T)] = -\Delta H/R$  можно вычислить  $\Delta H$ ?
53. Как из уравнения  $(\Delta H_{\text{B}} - T\Delta S_{\text{B}}) = -2\Delta H + T[2\Delta S - 2Rq \ln q - 2R(q+1) \ln \delta]$  получить уравнения  $\Delta H = -1/2(\Delta H_{\text{B}})$ ,  $\Delta S = -1/2(\Delta S_{\text{B}}) + Rq \ln q + R(q+1) \ln \delta$ ?
54. Как, используя уравнения  $\Delta H = -1/2(\Delta H_{\text{B}})$ ,  $\Delta S = -1/2(\Delta S_{\text{B}}) + Rq \ln q + R(q+1) \ln \delta$ , определить  $\Delta H_{\text{B}}$  и  $\Delta S_{\text{B}}$ ?

55. Напишите квазихимическую реакцию, из которой получено уравнение  $P_O = \exp(-\Delta G/RT) = \exp(\Delta S/R) \exp(-\Delta H/RT)$ .
56. Чему равна концентрация электронов для  $Me_{Me}^x + 2O_O^x \rightarrow O_2\uparrow + Me_i^{\cdot\cdot} + qe^{\cdot}$ ?
57. Как определяют значение  $q$  для реакции  $Me_{Me}^x + 2O_O^x \rightarrow O_2\uparrow + Me_i^{\cdot\cdot} + qe^{\cdot}$ ?
58. Напишите, что означают параметры уравнения  $\sigma = \mu_e [e^{\cdot}] q_e = \sigma_0 \exp(-E_\sigma/RT)$ ?
59. Напишите, что означают параметры уравнения  $\exp(-[(\Delta G_1 + \Delta G_2)/(RT)]) = 1/2$   $P_O P_{Me} [V_O^{\cdot\cdot}] [V_{Mg}^{\cdot\cdot}] [e^{\cdot}]^2 [h^{\cdot}]^2$ ?
60. Напишите, что означают параметры уравнения  $3(E_{\sigma 1} + E_{\sigma 2}) = -\Delta H_{MeO} + \Delta H_S + 2\Delta H_i$ ?
61. Почему трудно точно контролировать концентрацию точечных дефектов и, в частности, добавок?
62. Какие свойства керамики связаны с точечными дефектами в кристаллах?
63. Механизмы диффузии: эстафетная диффузия, диссоциативное перемещение. Приведите рисунок.
64. Механизмы диффузии. Миграция по протяженным дефектам.
65. Движущие силы, действующие на заряженные частицы при транспортных процессах.
66. Схема потенциальной энергии ионов при воздействии внешнего поля.
67. Отклонение от стехиометрии при нагревании.
68. Образование вакансий по кислороду в оксидах. Ее причины.
69. Где в структуре керамики преимущественно возникают вакансии по кислороду и почему?
70. Почему в керамике диффузионный массоперенос ионов кислорода выше, чем в монокристаллах?
71. Какие вакансии и почему определяют диффузию в оксидной керамике (разупорядочение по Шоттки)? Дайте развернутый ответ.
72. Приведите три квазихимические реакции появления вакансий по катиону (при замещении аниона).
73. Как происходит образование вакансий при изовалентном замещении?
74. Приведите три квазихимические реакции появления вакансий по кислороду (при замещении катиона).
75. Приведите три квазихимические реакции появления вакансий по кислороду (при замещении аниона).

## КР-2. Контрольный вопрос № 2.2.

### Максимальная оценка – 10 баллов

- Какие дефекты и почему приводят к образованию крупных кристаллов и понижению температуры спекания?
- Как замедляют рост кристаллов за счет образования на их поверхности новой фазы на примере спекания  $Y_2O_3$ , с добавками  $ZrO_2$ ? Напишите квазихимические реакции.
- Почему для чистого сырья требуется меньше добавок, чем для сырья с примесями? Дайте развернутый ответ.
- Как распределить добавку равномерно по сечению частицы? Дайте развернутый ответ.
- Как распределить добавку на поверхности частицы? Дайте развернутый ответ.
- Понятие «вещество на границе кристалла». Почему оно отличается от внутренних слоев кристалла? Дайте развернутый ответ.

7. После превышения предела растворимости плотность образцов после спекания увеличивается. Приведите пример с квазихимическими реакциями.
8. Почему сложно повысить концентрацию кислородных вакансий и сохранить ее до высоких температур? Дайте развернутый ответ.
9. Почему при высокой температуре (около 1800°C) в керамике из оксида алюминия с добавками оксида магния кристаллы все-таки растут? Дайте развернутый ответ.
10. Образование локальных уплотнений. Причины этого явления. Дайте развернутый ответ.
11. Переход открытых пор в закрытые. Что происходит с вакансиями по кислороду? Дайте развернутый ответ.
12. После перехода открытых пор в закрытые начинается рост кристаллов. К чему это приводит? Дайте развернутый ответ.
13. Почему уменьшение степени неравновесности процесса спекания снижает вероятность появления локальных уплотнений? Дайте развернутый ответ.
14. Способы уменьшения степени неравновесности процесса спекания для снижения вероятности появления локальных уплотнений. Дайте развернутый ответ.
15. Почему повышение плотности и равноплотности заготовки снижает вероятность появления локальных уплотнений. Дайте развернутый ответ.
16. Когда и почему образуются локальные уплотнения?
17. Образование локальных уплотнений при формовании заготовок. Дайте ответ с позиций синергетики.
18. Роль внутреннего и внешнего трения при формовании заготовок в образовании локальных уплотнений.
19. Как могут возникнуть локальные уплотнения при удалении связки?
20. Как меняется структура заготовки из-за образования локальных уплотнений?
21. Способы определения локальных уплотнений на сколах заготовки.
22. Как перемещается трещина в заготовке с локальными уплотнениями?
23. Как влияет прочность заготовки на траекторию движения трещины и почему? Дайте развернутый ответ.
24. Причина наличия гряд на изломе при наблюдении в бинокулярной лупе. Дайте развернутый ответ.
25. Почему в образцах, высушенных при температуре 100°C, гряды выражены менее явно, а размер впадин несколько меньше, чем после сушки при 20°C. Дайте развернутый ответ.
26. Причина исчезновения крупных элементов структуры на сколах при температурах 1000 и 1100°C и вновь их появления при 1300 и 1500°C. Дайте ответ с позиций синергетики.
27. Эволюция структуры от локальных уплотнений в каркасе при прессовании заготовки. Дайте развернутый ответ.
28. Гранулы, образующиеся после гомогенизации формовочной массы протираем через сито. Их эволюция при формовании, сушке и спекании.
29. Эволюция локальных уплотнений в пластичных массах при подготовке массы,
30. Сверхбыстрое спекание. Его влияние на эволюцию локальных уплотнений в процессе спекания. Дайте развернутый ответ.
31. Проблемы применения сверхбыстрого спекания. Дайте развернутый ответ.
32. Почему сверхбыстрое спекание позволяет получать высокоплотную мелкокристаллическую керамику. Дайте развернутый ответ.
33. Причина образования крупных локальных уплотнений при пластическом формовании. Дайте развернутый ответ.
34. Образование автоволн при переходе через неустойчивое состояние (бифуркацию). Гипотеза о роли автоволн на структуру локальных уплотнений.

35. Почему область 1000 - 1100°C (для высокодисперсных корундовых масс) является важной для последующей эволюции структуры керамики? Дайте развернутый ответ.
36. Какие эффекты сопровождают химическое взаимодействие стехиометрической смеси из двух простых оксидов при образовании сложного оксид? В чем они проявляются?
37. В чем суть эффекта Киркендалла?
38. В чем суть эффекта Френкеля?
39. Почему для увеличения диффузионного массопереноса в оксидах необходимо наличие вакансий как по катиону?
40. Объясните связь концентрации примесных дефектов с концентрацией тепловых дефектов.
41. Объясните отклонение от стехиометрии, которое возникает при взаимодействии стехиометрической смеси двух оксидов.
42. Как влияет на результат взаимодействия стехиометрической смеси двух оксидов дисперсность исходных порошков?
43. Если взаимодействуют в стехиометрической смеси два оксида, то какой твердый раствор обычно образуется и почему? Дайте развернутый ответ.
44. Объясните результат взаимодействия смеси высокодисперсных порошков стехиометрического состава из двух оксидов с позиций синергетики.
45. Как влияет на взаимодействие стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов скорость нагревания?
46. Как влияет на взаимодействие стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов присутствие в них примесей (добавок)?
47. Как может влиять на взаимодействие стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов режим подъема температуры?
48. Почему реакции синтеза обычно экзотермические? Дайте ответ с позиций синергетики.
49. Как определить наиболее подвижный катион в стехиометрической смеси двух взаимодействующих оксидов?
50. Как можно уменьшить эффект расширения заготовки из стехиометрической смеси двух взаимодействующих оксидов?
51. Как влияет предистория высокодисперсных порошков оксидов на результат спекания заготовки из их смеси стехиометрического состава?
52. После синтеза из стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов остались остатки обеих исходных фаз. Объясните это явление.
53. Какие факторы способствуют при разложении смеси прекурсоров оксидов, взятых в стехиометрическом соотношении по оксидам, сохранению кроме твердого раствора синтезируемого соединения исходных оксидов. Дайте развернутый ответ.
54. Какие факторы способствуют получению однофазного материала после синтеза из стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов? Дайте развернутый ответ.
55. Что обычно получается после синтеза  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  из стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов? Дайте развернутый ответ.
56. Что обычно получается после синтеза  $\text{NiO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  из стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов? Дайте развернутый ответ.
57. Что обычно получается после синтеза  $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$  из стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов? Дайте развернутый ответ.
58. Что обычно получается после синтеза  $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$  из стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов? Дайте развернутый ответ.
59. Как обычно происходит синтез  $\text{Ag}_2\text{S}$  при взаимодействии серебра с расплавом серы. Дайте развернутый ответ.

60. Как можно определить, какой катион имеет более высокую скорость диффузии, с помощью простого эксперимента, аналогичного эксперименту Киркендалла? Дайте развернутый ответ.
61. Как и почему изменение линейных размеров прессовок из смеси порошков оксидов кремния и алюминия состава муллита (сырая смесь и смесь, термообработанная при  $1500^{\circ}\text{C}$  и подвергнутая помолу) существенно различаются? Дайте развернутый ответ.
62. Почему при снижении степени неравновесности системы в процессе синтеза концентрация твердого раствора уменьшается и его состав приближается к стехиометрическому составу сложного оксида? Дайте развернутый ответ.
63. На какие свойства материала из сложного оксида будет влиять отклонение его состава от стехиометрии? Дайте развернутый ответ.
64. Эффект Хэдвалла и его роль в диффузионных процессах, в частности, в кристаллизацию  $\text{SiO}_2$ .
65. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Роль ПВС на размер кристаллов. Дайте развернутый ответ.
66. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при термическом разложении  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  с белой сажей ( $\text{SiO}_2$ ). Дайте развернутый ответ.
67. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при термическом разложении  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  с белой сажей ( $\text{SiO}_2$ ). Влияние катионов кремния на структуру образующегося  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
68. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при термическом разложении  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  с белой сажей ( $\text{SiO}_2$ ). Роль анионов хлора на структуру  $\text{SiO}_2$ . Дайте развернутый ответ и приведите квазихимические реакции.
69. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? В чем различие нитрата от хлорида. Дайте развернутый ответ.
70. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Напишите реакции разложения нитрата в виде квазихимических реакций. Их влияние на структуру  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
71. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Напишите реакции разложения нитрата в виде квазихимических реакций (без возникновения электронов и дырок). Их влияние на структуру  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
72. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Напишите реакции разложения нитрата в виде квазихимических реакций (с возникновением электронов, дырок и даймеров вакансий по магнию и по кислороду). Их влияние на структуру  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
73. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Активность  $\text{MgO}$  и  $\text{SiO}_2$ . Дайте развернутый ответ.
74. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Почему кроме твердого раствора остаются  $\text{SiO}_2$  и  $\text{MgSiO}_3$ ? Дайте развернутый ответ.
75. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Почему фазы существенно отличаются от ситуации с хлоридом магния? Дайте развернутый ответ.

76. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Чем процесс разложения отличается от  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Дайте развернутый ответ.
77. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Напишите квазихимическую реакцию взаимодействия серы с  $\text{SiO}_2$ ? Какие последствия такого взаимодействия? Дайте развернутый ответ.
78. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? В чем отличия процесса взаимодействия сульфата от хлорида и нитрата магния? Дайте развернутый ответ.
79. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Напишите реакции разложения нитрата в виде квазихимических реакций (без возникновения электронов и дырок). Их влияние на структуру  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
80. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Напишите реакции разложения нитрата в виде квазихимических реакций (с возникновением электронов, дырок и даймеров вакансий по магнию и по кислороду). Их влияние на структуру  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
81. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? В чем различие влияния сульфата от нитрата магния на структуру  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
82. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Почему при использовании сульфата магния удается получить после термообработки при  $1200^\circ\text{C}$  однофазный форстерит. Дайте развернутый ответ.
83. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ? Какая среда образуется при разложении  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  и как это влияет на структуру  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
84. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ? Почему при  $600^\circ\text{C}$  фиксируются форстерит и скопления  $\text{MgO}$ ? Дайте развернутый ответ.
85. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ? Почему в продуктах присутствуют как  $\text{MgO}$ , так и  $\text{SiO}_2$  с  $\text{MgSiO}_3$ ? Дайте развернутый ответ.
86. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении цитрата магния ( $\text{Mg}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$ )? Почему при отсутствии ПВС разложение заканчивается при  $300^\circ\text{C}$ , а с ПВС – при  $400^\circ\text{C}$ ? Дайте развернутый ответ.
87. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении цитрата магния ( $\text{Mg}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$ )? Откуда появляется вода и как она влияет на активность  $\text{MgO}$ ? Дайте развернутый ответ, и напишите квазихимические реакции.
88. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении цитрата магния ( $\text{Mg}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$ )? Причина восстановления  $\text{SiO}_2$  до  $\text{SiO}$  и его влияние на фазовый состав продуктов? Дайте развернутый ответ, и напишите квазихимические реакции.
89. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Почему при замене белой сажи на кремнезоль существенно изменились результаты? Дайте развернутый ответ.



90. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Почему при замене белой сажи на кремнезоль массопотоки катионов магния и кремния значительно замедляются? Дайте развернутый ответ.

**Раздел 3. Контрольная работа № 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.**

**КР-3. Контрольный вопрос № 3.1.  
Максимальная оценка – 10 баллов**

1. Почему при традиционном режиме обжига (достаточно быстрое равномерное нагревание и выдержка при максимальной температуре) обычно не позволяет получать высокоплотную мелкокристаллическую керамику? Дайте развернутый ответ.
2. В чем идея спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
3. Эволюция структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
4. Согласованное изменение структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
5. Как может пойти эволюция структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при неправильном режиме спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
6. Почему при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS) экономится энергия и получаются кристаллы меньшего размера, чем при традиционном режиме спекания? Дайте развернутый ответ.
7. Сколько измерений необходимо сделать на современных дилатометрах, снабженной программой RCS? Какие скорости нагрева при этом применяют. Дайте развернутый ответ.
8. Процедура (последовательность действий) определения температурной программы, дающей режим RCS.
9. Режим изменения относительной плотности от времени при спекании  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS). При каком значении относительной плотности изменяется наклон линейного участка? Как это связано с переходом открытых пор в закрытые? Дайте развернутый ответ.
10. Получение композита из смеси нанопорошков состава 50 мас. % TiN и 50 мас.%  $\text{Si}_3\text{N}_4$  методами RCS и SPS. Чем можно объяснить то, что результаты оказались очень близкими. Какой метод более эффективен? Дайте развернутый ответ.
11. Спекание образцов керамики из  $\text{ZrO}_2$ , стабилизированных 8 мол.%  $\text{Y}_2\text{O}_3$  из порошка со средним размером частиц 205нм обычным спеканием, спеканием с контролируемой скоростью усадки и двухстадийным спеканием. Объясните полученные результаты.
12. Спекание образцов керамики из  $\text{ZrO}_2$ , стабилизированных 8 мол.%  $\text{Y}_2\text{O}_3$  из порошка со средним размером частиц 205нм обычным спеканием, спеканием с контролируемой скоростью усадки и двухстадийным спеканием. Какой способ дал лучшие результаты? Объясните полученные результаты.
13. Почему двухступенчатое (двухстадийное) - Two step sintering (TSS) спекание можно считать дальнейшим развитием спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.

14. Нарисуйте схема режима двухступенчатого спекания. При какой относительной плотности спекаемой заготовки заканчивают первую ступень? Чем это можно объяснить? Дайте развернутый ответ.
15. Авторы метода TSS предложили схему кинетического окна для достижения полной плотности керамики без роста зерен? Свяжите эту схему с непрерывным кластером из открытых пор. Дайте развернутый ответ.
16. Чем похожи эволюции структуры локальных уплотнений и прилегающим к ним областей в методах TSS и RCS? Почему это помогает сохранению исходного размера частиц нанопорошка? Дайте развернутый ответ.
17. Куда смещает добавление 1 ат.%  $\text{Nb}^{5+}$  в нанопорошок  $\text{Y}_2\text{O}_3$  кинетическое окно по сравнению с нанопорошком без добавок? С чем это может быть связано?
18. Добавление 1 ат.%  $\text{Mg}^{2+}$  в нанопорошок  $\text{Y}_2\text{O}_3$  смещает кинетическое окно в область более низких температур по сравнению с нанопорошком без добавок. Напишите реакции дефектообразования из предположения, что ВГК состоит из  $\text{MgO}$ .
19. Добавление 1 ат.%  $\text{Nb}^{5+}$  в нанопорошок  $\text{Y}_2\text{O}_3$  смещает кинетическое окно в область более высоких температур по сравнению с нанопорошком без добавок. Напишите реакции дефектообразования из предположения, что ВГК состоит из  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ .
20. Почему добавка  $\text{MgO}$  понижает температуру  $T_1$  при TSS  $\text{Y}_2\text{O}_3$  и смещает кинетическое окно в область более низких температур по сравнению с нанопорошком без добавок? Дайте развернутый ответ.
21. Чем можно объяснить, что метод TSS показал хорошие результаты при спекании беспористой керамики не только из простых оксидов, но и сложных оксидов? Дайте развернутый ответ.
22. Чем можно объяснить, что метод TSS показал хорошие результаты при спекании беспористой керамики не только из простых оксидов, но и из твердых растворов? Дайте развернутый ответ.
23. Достоинства метода TSS по сравнению с традиционным спеканием? Дайте развернутый ответ.
24. Достоинства метода TSS по сравнению с методом SPS? Дайте развернутый ответ.
25. Недостатки метода TSS по сравнению с методом RCS? Дайте развернутый ответ.
26. Проведите примеры соединений, у которых есть полиморфные превращения. Роль полиморфизма в технологии керамики. Дайте развернутый ответ.
27. Диффузионный массоперенос определяется суммой потоков  $i$ -тых вакансий (катионов и анионов) в кристалле сложного оксида:  $J = \sum C_i M_i F_i$ . Укажите, что означают входящие в уравнение параметры? Почему для эффективного массопереноса суммарный заряд потока должен быть равен нулю? Дайте развернутый ответ.
28. Каким должно быть соотношение вакансий катионов и анионов в сложном оксиде для наиболее эффективного диффузионного массопереноса и почему? Дайте развернутый ответ.
29. Опишите диффузионный полиморфный переход с позиций синергетики. Дайте развернутый ответ.
30. Объясните с позиций синергетики, почему высокотемпературные фазы часто кубические? Дайте развернутый ответ.
31. Какие вакансии будут в оксидных поликристаллических материалах тормозить диффузию по вакансионному механизму и почему? Какую роль будут играть такие добавки при полиморфных переходах? Дайте развернутый ответ.
32. Возможность стабилизации фазы  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ . Какие добавки для этого можно использовать? Дайте развернутый ответ.

33. Попадание углерода в структуру  $\text{Al}_2\text{O}_3$  при его получении гидролизом алкоксидов. Как это влияет на прозрачность керамики? Дайте развернутый ответ.
34. Попаданию углерода в структуру  $\text{Al}_2\text{O}_3$  могут способствовать добавки  $\text{MgO}$ . Как это влияет на прозрачность керамики? Приведите квазихимические реакции. Дайте развернутый ответ.
35. В чем проблемы получения прозрачной керамики из  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ? Какие преимущества имела бы прозрачная керамика из  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  по сравнению с корундовой? Дайте развернутый ответ.
36. Полиморфизм в  $\text{WO}_3$ . Как образуются вакансии по кислороду и их роль в полиморфизме? Дайте развернутый ответ.
37. Полиморфизм в  $\text{WO}_3$ . Как образуются вакансии по вольфраму и их роль в полиморфизме? Дайте развернутый ответ.
38. Обработка оксида вольфрама в парах гадолиния вместо натрия также приводит к образованию вольфрамовой бронзы. Как это влияет на процесс. Напишите квазихимические реакции. Дайте развернутый ответ.
39. Полиморфизм в диоксиде циркония. Какие переходы в нем диффузионные, а какие – мартенситные? Как их используют? Дайте развернутый ответ.
40. Полиморфизм в диоксиде циркония. Роль  $\text{CaO}$  в качестве стабилизатора? Напишите квазихимические реакции. Дайте развернутый ответ.
41. Полиморфизм в диоксиде циркония. Роль  $\text{Y}_2\text{O}_3$  в качестве стабилизатора? Напишите квазихимические реакции. Дайте развернутый ответ.
42. Полиморфизм в диоксиде циркония. Почему  $\text{CaO}$  хуже стабилизирует кубическую фазу, чем  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ? Дайте развернутый ответ.
43. Полиморфизм в диоксиде циркония. циркония. Почему диоксид циркония, стабилизированный оксидом скандия, обладает более высокой анионной проводимостью, чем стабилизированный оксидом иттрия? Дайте развернутый ответ.
44. Полиморфизм в диоксиде циркония. циркония. Как влияет различие в электротрицательностях и радиусах добавки и катиона циркония на устойчивость твердого раствора? Дайте развернутый ответ.
45. Полиморфизм в диоксиде циркония. циркония. Почему  $\text{La}_2\text{O}_3$  является плохим стабилизатором? Дайте развернутый ответ.
46. Полиморфизм в диоксиде циркония. циркония. Почему добавка  $\text{HfO}_2$  стабилизирует моноклинную фазу? Дайте развернутый ответ.
47. Стабилизация высокотемпературных фаз  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  добавками катионов  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{P}^{5+}$ ,  $\text{V}^{5+}$ ,  $\text{Mn}^{6+}$ . Почему это происходит? Напишите квазихимические реакции. Дайте развернутый ответ.
48. Стабилизация высокотемпературных фаз  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  добавками катионов  $\text{S}^{6+}$ . Почему это происходит? Напишите квазихимические реакции. Дайте развернутый ответ.
49. Перечислите требования к технологическим связкам для конструкционной керамики.
50. В чем опасность химического взаимодействия с керамическим порошком? Дайте развернутый ответ.
51. Зачем необходима максимально быстро набираемая прочность полуфабриката после формования (заполнения формы)? Дайте развернутый ответ.
52. Зачем необходимо минимальное объемное содержание связки в формовочной массе и полуфабрикате? Дайте развернутый ответ.
53. В чем проблема каталитического воздействия наночастиц на связку и ее реакции с окружающей средой? Дайте развернутый ответ.

54. Какие формы используют при гелевом литье? Дайте развернутый ответ.
55. Как при использовании в гелевом литье легкоудаляемых форм на основе парафина и воска можно создавать полости в заготовках? Дайте развернутый ответ.
56. Роль связок, применяемых в гелевом литье? Дайте развернутый ответ.
57. Процесс удаления связки при гелевом литье. Дайте развернутый ответ.
58. Процессы в полимерных связках, применяемых при гелевом литье. Дайте развернутый ответ.
59. Роль инициаторов (an initiator) и катализаторов при гелевом литье. Дайте развернутый ответ.
60. Применение поливинилового спирта в гелевом литье. Как это делают? Дайте развернутый ответ.
61. СТС (переделы и оборудование) поточной линии изготовления керамических изделий методом инъекционного формования из микропорошков из формовочной массы в виде гранул CATAMOLD фирмы BASF.
62. Требования к керамическим порошкам, применяемым для формования полуфабрикатов методом инъекционного формования из микропорошков (точность воспроизведения, чистота обработки поверхности). Дайте развернутый ответ.
63. Связка имеет состав, мас. %: полипропилен – 30, парафин – 65, стеариновая кислота – 5. Какой компонент является опорной связкой (backbone binder)? Какую роль она играет в процессе удаления связки (debinding)? Дайте развернутый ответ.
64. Что такое многостадийные режимы удаления связки (thermal debinding using multi-stage debinding schedules). Дайте развернутый ответ.
65. Перечислите меры, облегчающие контроль процесса удаления связки многокомпонентных полимерных связок.
66. Меры, облегчающие контроль процесса удаления связки многокомпонентных полимерных связок. Применение связок, разлагающихся в широком интервале температур. Введение в связки компонентов, препятствующих интенсивному разложению связки. Объясните, что имеется в виду?
67. Удаление связки растворением (solvent debinding). Примерное содержание опорной связки (backbone binder) и ее поведение в процессе удаления связки. Дайте развернутый ответ.
68. В чем суть удаления полимерных связок в сверхкритических флюидах? Что такое сверхкритические флюиды? Дайте развернутый ответ.
69. Удаление полимерных связок в сверхкритических флюидах. Достоинства и недостатки применения автоклавов. Дайте развернутый ответ.
70. Связка CATAMOLD, разработанная фирмой BASF. Формовочные массы на ее основе. Достоинства этой связки. Дайте развернутый ответ.
71. Связка CATAMOLD. Катализатор и условия удаления связки. Почему эту связку можно применять для металлических порошков? Дайте развернутый ответ.
72. Применения неорганических связок на основе гидроксидов. Что общего в этом подходе с ВКВС Ю.Е.Пивинского? Какие перспективы открывает применение таких связок? Дайте развернутый ответ.
73. Как можно исследовать эволюцию структуры локальных уплотнений при нагревании заготовки. Дайте развернутый ответ.
74. Почему происходит выравнивание скола при первом главном неустойчивом состоянии. Дайте развернутый ответ.
75. Что происходит после первого главного неустойчивого состояния при продолжении нагревания заготовки. Дайте развернутый ответ.

**КР-3. Контрольный вопрос № 3.2.**  
**Максимальная оценка – 10 баллов**

1. Что такое «потеря памяти» после прохождения бифуркации при сохранении мультистабильности системы? Как это проявляется наблюдается в структуре локальных уплотнений? Дайте развернутый ответ.
2. Какие квазихимические реакции происходят в приповерхностных слоях частиц  $Al_2O_3$  в области первого неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Напишите эти реакции. Дайте развернутый ответ.
3. К чему приводит при дальнейшем нагревании заготовки выход вакансий на поверхность кристаллов, начинающийся в области первого неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Дайте развернутый ответ.
4. Какие аккумулирующие структуры и почему возникают в заготовке с размером и формой кристаллов в области первого неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Напишите квазихимическую реакцию Дайте развернутый ответ.
5. Область первого неравновесного фазового перехода (бифуркации). Что является причиной уменьшения электропроводности заготовки и образование максимума на кривой зависимости электропроводности от температуры? Дайте развернутый ответ.
6. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Источники и стоки вакансий в этой области. Что происходит в веществе на границе кристалла (ВГК) и к чему это приводит? Дайте развернутый ответ.
7. Как процессы в веществе на границе кристалла (ВГК) в области второго неравновесного фазового перехода (бифуркации) зависят от размера и структуры частиц порошка в заготовке? Дайте развернутый ответ.
8. Какие процессы с точечными дефектами происходят в веществе на границе кристалла (ВГК) в заготовке в области второго неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Почему при этом не происходит рост кристаллов? Дайте развернутый ответ.
9. Роль моновакансий в процессах, происходящих в веществе на границе кристалла (ВГК) в заготовке в области второго неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Почему возникает второй максимум на кривой зависимости электропроводности от температуры? Дайте развернутый ответ.
10. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Почему этот процесс в меньшей степени связан с исходным размером частиц, чем при первом максимуме? Дайте развернутый ответ.
11. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как на эволюции структуры влияет повышение степени неравновесности процесса (уменьшение размера кристаллов, увеличение скорости нагрева заготовки)? Дайте развернутый ответ.
12. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как влияет увеличение степени неравновесности процесса на образование аккумулирующих структур из точечных дефектов? Дайте развернутый ответ.
13. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как меняется процесс, если вещество на границе кристаллов содержит слишком много примесей или даже новую фазу? Дайте развернутый ответ.
14. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как при этом происходит диффузионный массоперенос? Дайте развернутый ответ.

15. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Почему суммарный электрический ток диффузионного с массопереноса должен быть нулевым? Дайте развернутый ответ.
16. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Каким процессом способствует высокая концентрация вакансий в приповерхностном слое кристалла, например,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ? Напишите квазихимическую реакцию. Дайте развернутый ответ.
17. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как и почему образуются молекулярные поры в приповерхностном слое кристалла, например,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ? Что с ними происходит далее. Дайте развернутый ответ.
18. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Почему исчезновение бесконечного кластера из закрытых пор является очень важным при получении прозрачной керамики. Дайте развернутый ответ.
19. Почему при использовании высокодисперсных порошков часто более плотную керамику удастся получить из менее плотных заготовок? Дайте развернутый ответ.
20. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Что происходит в приповерхностном слое (ВГК) кристаллов на заключительной стадии спекания? Дайте развернутый ответ.
21. К каким дефектам керамики может привести сохранение локальных уплотнений до заключительных стадий спекания? Дайте развернутый ответ.
22. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Какие внутренние управляющие воздействия применяют для получения прозрачной керамики? Дайте развернутый ответ.
23. Устранение неопределенности поведения системы (обжигаемой заготовки) в областях главных неустойчивых состояний. Дайте развернутый ответ.
24. Три области главных неустойчивых состояний при обжиге керамики. Почему они главные? Почему корректнее называть их неустойчивыми состояниями, а не бифуркациями? Дайте развернутый ответ.
25. Образование локальных уплотнений и каркаса из них при прессовании полусухих порошков. Дайте развернутый ответ.
26. Какие квазихимические реакции происходят в приповерхностных слоях частиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в области первого неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Напишите эти реакции. Дайте развернутый ответ.
27. К чему приводит при дальнейшем нагревании заготовки выход вакансий на поверхность кристаллов, начинающийся в области первого неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Дайте развернутый ответ.
28. Область первого неравновесного фазового перехода (бифуркации). Что является причиной уменьшения электропроводности заготовки и образование максимума на кривой зависимости электропроводности от температуры? Дайте развернутый ответ.
29. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Источники и стоки вакансий в этой области. Что происходит в веществе на границе кристалла (ВГК) и к чему это приводит? Дайте развернутый ответ.
30. Как процессы в веществе на границе кристалла (ВГК) в области второго неравновесного фазового перехода (бифуркации) зависят от размера и структуры частиц порошка в заготовке? Дайте развернутый ответ.
31. Какие процессы с точечными дефектами происходят в веществе на границе кристалла (ВГК) в заготовке в области второго неравновесного фазового перехода

(бифуркации)? Почему при этом не происходит рост кристаллов? Дайте развернутый ответ.

32. Роль моновакансий в процессах, происходящих в веществе на границе кристалла (ВГК) в заготовке в области второго неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Почему возникает второй максимум на кривой зависимости электропроводности от температуры? Дайте развернутый ответ.

33. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как на эволюции структуры влияет повышение степени неравновесности процесса (уменьшение размера кристаллов, увеличение скорости нагрева заготовки)? Дайте развернутый ответ.

34. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как влияет увеличение степени неравновесности процесса на образование аккумулирующих структур из точечных дефектов? Дайте развернутый ответ.

35. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как меняется процесс, если вещество на границе кристаллов содержит слишком много примесей или даже новую фазу? Дайте развернутый ответ.

36. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как при этом происходит диффузионный массоперенос? Дайте развернутый ответ.

37. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Каким процессом способствует высокая концентрация вакансий в приповерхностном слое кристалла, например,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ? Напишите квазихимическую реакцию. Дайте развернутый ответ.

38. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Почему исчезновение бесконечного кластера из закрытых пор является очень важным при получении прозрачной керамики. Дайте развернутый ответ.

39. Почему при использовании высокодисперсных порошков часто более плотную керамику удастся получить из менее плотных заготовок? Дайте развернутый ответ.

40. К каким дефектам керамики может привести сохранение локальных уплотнений до заключительных стадий спекания? Дайте развернутый ответ.

41. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Какие внутренние управляющие воздействия применяют для получения прозрачной керамики? Дайте развернутый ответ.

42. Эволюция структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.

43. Согласованное изменение структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.

44. Почему при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS) экономится энергия и получаются кристаллы меньшего размера, чем при традиционном режиме спекания? Дайте развернутый ответ.

45. Сколько измерений необходимо сделать на современных дилатометрах, снабженной программой RCS? Какие скорости нагрева при этом применяют. Дайте развернутый ответ.

46. Получение композита из смеси нанопорошков состава 50 мас. %  $\text{TiN}$  и 50 мас.%  $\text{Si}_3\text{N}_4$  методами RCS и SPS. Чем можно объяснить то, что результаты оказались очень близкими. Какой метод более эффективен? Дайте развернутый ответ.

47. Спекание образцов керамики из  $\text{ZrO}_2$ , стабилизированных 8 мол.%  $\text{Y}_2\text{O}_3$  из порошка со средним размером частиц 205 нм обычным спеканием, спеканием с

контролируемой скоростью усадки и двухстадийным спеканием. Какой способ дал лучшие результаты? Объясните полученные результаты.

48. Почему двухступенчатое (двухстадийное) - Two step sintering (TSS) спекание можно считать дальнейшим развитием спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.

49. Авторы метода TSS предложили схему кинетического окна для достижения полной плотности керамики без роста зерен? Свяжите эту схему с непрерывным кластером из открытых пор. Дайте развернутый ответ.

50. Куда смещает добавление 1 ат.%  $\text{Nb}^{5+}$  в нанопорошок  $\text{Y}_2\text{O}_3$  кинетическое окно по сравнению с нанопорошком без добавок? С чем это может быть связано?

51. Добавление 1 ат.%  $\text{Mg}^{2+}$  в нанопорошок  $\text{Y}_2\text{O}_3$  смещает кинетическое окно в область более низких температур по сравнению с нанопорошком без добавок. Напишите реакции дефектообразования из предположения, что ВГК состоит из  $\text{MgO}$ .

52. Добавление 1 ат.%  $\text{Nb}^{5+}$  в нанопорошок  $\text{Y}_2\text{O}_3$  смещает кинетическое окно в область более высоких температур по сравнению с нанопорошком без добавок. Напишите реакции дефектообразования из предположения, что ВГК состоит из  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ .

53. Почему добавка  $\text{MgO}$  понижает температуру  $T_1$  при TSS  $\text{Y}_2\text{O}_3$  и смещает кинетическое окно в область более низких температур по сравнению с нанопорошком без добавок? Дайте развернутый ответ.

54. Чем можно объяснить, что метод TSS показал хорошие результаты при спекании беспористой керамики не только из простых оксидов, но и из твердых растворов? Дайте развернутый ответ.

55. Достоинства метода TSS по сравнению с традиционным спеканием? Дайте развернутый ответ.

56. Достоинства метода TSS по сравнению с методом SPS? Дайте развернутый ответ.

57. В чем идея спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.

58. Эволюция структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.

59. Согласованное изменение структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.

60. Как может пойти эволюция структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при неправильном режиме спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.

61. Почему при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS) экономится энергия и получаются кристаллы меньшего размера, чем при традиционном режиме спекания? Дайте развернутый ответ.

62. Процедура (последовательность действий) определения температурной программы, дающей режим RCS.

63. Режим изменения относительной плотности от времени при спекании  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS). При каком значении относительной плотности изменяется наклон линейного участка? Как это связано с переходом открытых пор в закрытые? Дайте развернутый ответ.

64. Получение композита из смеси нанопорошков состава 50 мас. %  $\text{TiN}$  и 50 мас.%  $\text{Si}_3\text{N}_4$  методами RCS и SPS. Чем можно объяснить то, что результаты оказались очень близкими. Какой метод более эффективен? Дайте развернутый ответ.



65. Спекание образцов керамики из  $ZrO_2$ , стабилизированных 8 мол.%  $Y_2O_3$  из порошка со средним размером частиц 205нм обычным спеканием, спеканием с контролируемой скоростью усадки и двухстадийным спеканием. Объясните полученные результаты.
66. Спекание образцов керамики из  $ZrO_2$ , стабилизированных 8 мол.%  $Y_2O_3$  из порошка со средним размером частиц 205нм обычным спеканием, спеканием с контролируемой скоростью усадки и двухстадийным спеканием. Какой способ дал лучшие результаты? Объясните полученные результаты.
67. Почему двухступенчатое (двухстадийное) - Two step sintering (TSS) спекание можно считать дальнейшим развитием спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
68. Авторы метода TSS предложили схему кинетического окна для достижения полной плотности керамики без роста зерен? Свяжите эту схему с непрерывным кластером из открытых пор. Дайте развернутый ответ.
69. Чем похожи эволюции структуры локальных уплотнений и прилегающим к ним областей в методах TSS и RCS? Почему это помогает сохранению исходного размера частиц нанопорошка? Дайте развернутый ответ.
70. Куда смещает добавление 1 ат.%  $Nb^{5+}$  в нанопорошок  $Y_2O_3$  кинетическое окно по сравнению с нанопорошком без добавок? С чем это может быть связано?
71. Добавление 1 ат.%  $Mg^{2+}$  в нанопорошок  $Y_2O_3$  смещает кинетическое окно в область более низких температур по сравнению с нанопорошком без добавок. Напишите реакции дефектообразования из предположения, что ВГК состоит из MgO.
72. Добавление 1 ат.%  $Nb^{5+}$  в нанопорошок  $Y_2O_3$  смещает кинетическое окно в область более высоких температур по сравнению с нанопорошком без добавок. Напишите реакции дефектообразования из предположения, что ВГК состоит из  $Nb_2O_5$ .
73. Почему добавка MgO понижает температуру  $T_1$  при TSS  $Y_2O_3$  и смещает кинетическое окно в область более низких температур по сравнению с нанопорошком без добавок? Дайте развернутый ответ.
74. Достоинства метода TSS по сравнению с традиционным спеканием? Дайте развернутый ответ.
75. Достоинства метода TSS по сравнению с методом SPS? Дайте развернутый ответ.
76. Магнитные полупроводники.
77. Ферроны и их значение в магнитных полупроводниках.
78. Магнитосопротивлением в магнитных полупроводниках.
79. Гигантский красный сдвиг края оптического поглощения в магнитных полупроводниках.
80. Применение модели  $s-d$  обмена к магнитным полупроводникам.
81. Возможные применения магнитных полупроводников. Спинтроника.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой).**

Максимальная оценка за зачет с оценкой 40 баллов. Билет для зачета с оценкой состоит из трех вопросов, каждый из которых соответствует одному из трех разделов: первый вопрос – 14 баллов, второй и третий – по 13 баллов каждый.

#### **Вопрос №1 Итоговый контроль. Максимальная оценка – 14 баллов**

1. Определение синергетики. Аналогичные названия, применяемые для химических систем.

2. Классификация материалов по уровням масштабов. На каком уровне масштабов находится химический состав материала? Что включает в себя описание структуры изделия?
3. Диссипативные структуры.
4. Аккумулирующие структуры.
5. Степень неравновесности структуры материала. В чем она выражается?
6. Неустойчивая система. Чувствительность к шумам (внешним и внутренним флуктуациям).
7. Все ли неустойчивые системы являются бифуркациями?
8. Бифуркации и потеря памяти о предыдущем пути эволюции системы. Стрела времени.
9. Развитие реальных систем в ряду «устойчивость-неустойчивость-устойчивость». Характеристика этих состояний.
10. Как будут меняться параметры ячеек Бенара при изменении внешних условий. Приведите примеры.
11. Примеры применения синергетических подходов к описанию процессов взаимодействия неорганического неметаллического материала с агрессивной средой.
12. Примеры математических фракталов. Кривая Кох.
13. Приведите примеры явлений, где теорию перколяции можно применять.
14. Понятие о мультифрактале.
15. Примеры фракталов.
16. Получение порошков химическими методами с позиций синергетики.
17. Получение полуфабриката методом экструзии с позиций синергетики.
18. Получение полуфабриката методом литья из водных шликеров с позиций синергетики.
19. Почему кристаллы из «особо чистых веществ» всегда содержат примеси?
20. Как ведет себя примесь, понижающая температуру плавления растущего кристалла, кристалла, если она **понижает** температуру его плавления? Поясните помощью диаграммы состояния.
21. Какое значение имеет коэффициент распределения примеси, если примесь **повышает** температуру его плавления? Поясните помощью диаграммы состояния.
22. Чем и почему определяется распределение примесей в слое перед растущим кристаллом при отсутствии перемешивания расплава при  $k < 1$ ? Какая ситуация возникает при жидкофазном спекании?
23. Диффузионная область процесса взаимодействия кристалла с жидкостями и газами.
24. Диффузионная область как реализация принципа Ле-Шателье–Брауна.
25. Рассмотрите процесс растворения твердого тела на границе с приповерхностным слоем с позиций синергетики.
26. Первый механизм образования ДЭС с позиций синергетики.
27. Какие механизмы образования ДЭС реализуются при реальном взаимодействии кристалла с расплавом?
28. Почему фрактальность поверхности раздела повышает скорость растворения? Дайте развернутый ответ.
29. Какие внешние управляющие воздействия могут влиять на процессы коррозии керамики?
30. Как влияет на процесс коррозии керамики структура межкристаллической фазы?
31. Какие процессы происходят при взаимодействии ТТ с Ж?
32. Самоорганизация при растворении ТТ. Изменение рельефа границы ТТ-Ж.
33. Основные положения строения жидкостей.
34. Основные отличия процессов кристаллизации простых жидкостей от кристаллизации эвтектик.
35. Условия образования одномерных кристаллов  $\alpha$ -фаз при кристаллизации эвтектик.

36. Основность расплавов оксидов через соотношение основных и кислых оксидов и концентрацию (активность) анионов кислорода.
37. Почему при использовании эвтектических добавок на контакте кристалл–жидкость проявляется чувствительность к точечным дефектам? Дайте развернутый ответ.
38. Почему сложные оксиды, в которых один катионов из которых основной, а второй – кислый, часто легко пропитываются по границам кристаллов? Дайте развернутый ответ.
39. Обмен веществом кристалла с окружающей средой. К чему это приводит?
40. Почему быстрый рост кристалла обычно приводит к увеличению содержания дефектов? Ответ дайте с привлечением синергетики и химии кристаллов с дефектами.
41. Рост кристаллов с позиции синергетики и химии кристаллов с дефектами.
42. Дефекты антишоттки в  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . Почему их концентрация в бинарных кристаллах очень мала? В кристаллах каких соединений это возможно?
43. Антиструктурные дефекты. Поясните с помощью квазихимических реакций. В каких соединениях возможно их образование в значительном количестве?
44. Образование “сверхструктуры” в кристаллах. Объясните суть и приведите примеры кристаллов, где это происходит.
45. Напишите квазихимическую реакцию образования твердого раствора при введении добавки  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BeO}$  в  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$  в  $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ .
46. Напишите квазихимическую реакцию при добавлении  $\text{Y}_2\text{O}_3$  к  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ . Объясните, почему там образуются вакансии?
47. Напишите уравнение для зависимости энергии Гиббса от энтальпии и энтропии процесса образования точечных дефектов.
48. Почему для реакций дефектообразования допустимо использовать концентрации в законе действия масс?
49. Приведите формулу для константы равновесия при образовании дефектов по Френкелю в  $\text{AgBr}$ .
50. Поясните квазихимическими реакциями, как введение в  $\text{MgO}$  добавки  $\text{Al}_2\text{O}_3$  приводит к уменьшению концентрации вакансий по кислороду

## Вопрос №2. Итоговый контроль. Максимальная оценка – 13 баллов

1. Что препятствует успешному применению расчета концентрации вакансий по закону действия масс?
2. Роль примесей щелочных металлов в расчете концентрации вакансий по закону действия масс.
3. Интервал III диаграммы Броуэра для соединения АВ (АВ - ионный полупроводник и  $K_s > K_i > K_s'$ .) при высоком давлении В. Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
4. Интервал II диаграммы Броуэра для соединения  $\text{MgO}$  при среднем давлении  $\text{O}_2$ . Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
5. Интервал IV диаграммы Броуэра для соединения  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  при высоком давлении  $\text{O}_2$ . Какое уравнение определяет условие электронейтральности?
6. Почему точечные дефекты в ионных кристаллах почти всегда имеют заряд?
7. Как располагаются энергетические уровни вакансий по кислороду и примесного алюминия в запрещенной зоне в  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ? Почему их взаимное расположение такое?
8. Напишите квазихимическую реакцию для  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , на основе которой получено уравнение  $[V_{\text{Mg}}^x][e^-]/[V_{\text{Mg}}'] \approx \exp(-(-0,5eV)/kT)$ .
9. Напишите квазихимическую реакцию для  $\text{MgO}$  с добавкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , на основе которой получено уравнение  $[V_{\text{O}}^x][h^+]/[V_{\text{O}}''] \approx \exp(-E_D/kT) \approx \exp(-(-2eV)/kT)$ .

10. Почему F-центры видны, а V-центры – нет?
11. Напишите квазихимические реакции образования доминирующих дефектов при избытке кислорода в кристалле MeO.
12. Что означает уравнение:  $[e'] = n = q[V_B'] = q\delta$ ?
13. Как, используя уравнения  $\Delta H = -1/2(\Delta H_B)$ ,  $\Delta S = -1/2(\Delta S_B) + Rq \ln q + R(q+1) \ln \delta$ , определить  $\Delta H_B$  и  $\Delta S_B$ ?
14. Как определяют значение q для реакции  $Me_{Me}^x + 2O_O^x \rightarrow O_2\uparrow + Me_i' + qe'$ ?
15. Напишите, что означают параметры уравнения  $3(E_{\sigma 1} + E_{\sigma 2}) = -\Delta H_{MeO} + \Delta H_S + 2\Delta H_i$ ?
16. Механизмы диффузии: эстафетная диффузия, диссоциативное перемещение. Приведите рисунок.
17. Схема потенциальной энергии ионов при воздействии внешнего поля.
18. Почему в керамике диффузионный массоперенос ионов кислорода выше, чем в монокристаллах?
19. Как происходит образование вакансий при изовалентном замещении?
20. Какие дефекты и почему приводят к образованию крупных кристаллов и понижению температуры спекания?
21. Как распределить добавку равномерно по сечению частицы? Дайте развернутый ответ.
22. После превышения предела растворимости плотность образцов после спекания увеличивается. Приведите пример с квазихимическими реакциями.
23. Образование локальных уплотнений. Причины этого явления. Дайте развернутый ответ.
24. Почему уменьшение степени неравновесности процесса спекания снижает вероятность появления локальных уплотнений? Дайте развернутый ответ.
25. Когда и почему образуются локальные уплотнения?
26. Как меняется структура заготовки из-за образования локальных уплотнений?
27. Как влияет прочность заготовки на траекторию движения трещины и почему? Дайте развернутый ответ.
28. Причина исчезновения крупных элементов структуры на сколах при температурах 1000 и 1100°C и вновь их появления при 1300 и 1500°C. Дайте ответ с позиций синергетики.
29. Эволюция локальных уплотнений в пластичных массах при подготовке массы,
30. Почему сверхбыстрое спекание позволяет получать высокоплотную мелкокристаллическую керамику. Дайте развернутый ответ.
31. Почему область 1000 - 1100°C (для высокодисперсных корундовых масс) является важной для последующей эволюции структуры керамики? Дайте развернутый ответ.
32. В чем суть эффекта Френкеля?
33. Объясните отклонение от стехиометрии, которое возникает при взаимодействии стехиометрической смеси двух оксидов.
34. Объясните результат взаимодействия смеси высокодисперсных порошков стехиометрического состава из двух оксидов с позиций синергетики.
35. Как может влиять на взаимодействие стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов режим подъема температуры?
36. Как можно уменьшить эффект расширения заготовки из стехиометрической смеси двух взаимодействующих оксидов?
37. Какие факторы способствуют при разложении смеси прекурсоров оксидов, взятых в стехиометрическом соотношении по оксидам, сохранению кроме твердого раствора синтезируемого соединения исходных оксидов. Дайте развернутый ответ.
38. Что обычно получается после синтеза  $MgO \cdot Al_2O_3$  из стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов? Дайте развернутый ответ.

39. Что обычно получается после синтеза  $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$  из стехиометрической смеси двух высокодисперсных оксидов? Дайте развернутый ответ.
40. Как и почему изменение линейных размеров прессовок из смеси порошков оксидов кремния и алюминия состава муллита (сырая смесь и смесь, термообработанная при  $1500^\circ\text{C}$  и подвергнутая помолу) существенно различаются? Дайте развернутый ответ.
41. Эффект Хэдвалла и его роль в диффузионных процессах, в частности, в кристаллизацию  $\text{SiO}_2$ .
42. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при термическом разложении  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  с белой сажей ( $\text{SiO}_2$ ). Влияние катионов кремния на структуру образующегося  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
43. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Напишите реакции разложения нитрата в виде квазихимических реакций. Их влияние на структуру  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
44. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Активность  $\text{MgO}$  и  $\text{SiO}_2$ . с. Дайте развернутый ответ.
45. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Чем процесс разложения отличается от  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Дайте развернутый ответ.
46. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Напишите реакции разложения нитрата в виде квазихимических реакций (без возникновения электронов и дырок). Их влияние на структуру  $\text{MgO}$ . Дайте развернутый ответ.
47. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? Почему при использовании сульфата магния удается получить после термообработки при  $1200^\circ\text{C}$  однофазный форстерит. Дайте развернутый ответ.
48. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ? Почему в продуктах присутствуют как  $\text{MgO}$ , так и  $\text{SiO}_2$  с  $\text{MgSiO}_3$ ? Дайте развернутый ответ.
49. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Фазы, образующиеся при разложении цитрата магния ( $\text{Mg}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$ )? Откуда появляется вода и как она влияет на активность  $\text{MgO}$ ? Дайте развернутый ответ, и напишите квазихимические реакции.
50. Синтез форстерита с использованием распределения водорастворимых солей в матрице из геля ПВС. Почему при замене белой сажи на кремнезоль массопотоки катионов магния и кремния значительно замедляются? Дайте развернутый ответ.

### Вопрос №3 Итоговый контроль. Максимальная оценка – 13 баллов

1. Почему при традиционном режиме обжига (достаточно быстрое равномерное нагревание и выдержка при максимальной температуре) обычно не позволяет получать высокоплотную мелкокристаллическую керамику? Дайте развернутый ответ.
2. Согласованное изменение структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
3. Сколько измерений необходимо сделать на современных дилатометрах, снабженной программой RCS? Какие скорости нагрева при этом применяют. Дайте развернутый ответ.

4. Получение композита из смеси нанопорошков состава 50 мас. % TiN и 50 мас.% Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> методами RCS и SPS. Чем можно объяснить то, что результаты оказались очень близкими. Какой метод более эффективен? Дайте развернутый ответ.
5. Почему двухступенчатое (двухстадийное) - Two step sintering (TSS) спекание можно считать дальнейшим развитием спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
6. Чем похожи эволюции структуры локальных уплотнений и прилегающим к ним областей в методах TSS и RCS? Почему это помогает сохранению исходного размера частиц нанопорошка? Дайте развернутый ответ.
7. Добавление 1 ат.% Nb<sup>5+</sup> в нанопорошок Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> смещает кинетическое окно в область более высоких температур по сравнению с нанопорошком без добавок. Напишите реакции дефектообразования из предположения, что ВГК состоит из Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.
8. Чем можно объяснить, что метод TSS показал хорошие результаты при спекании беспористой керамики не только из простых оксидов, но и из твердых растворов? Дайте развернутый ответ.
9. Недостатки метода TSS по сравнению с методом RCS? Дайте развернутый ответ.
10. Каким должно быть соотношение вакансий катионов и анионов в сложном оксиде для наиболее эффективного диффузионного массопереноса и почему? Дайте развернутый ответ.
11. Какие вакансии будут в оксидных поликристаллических материалах тормозить диффузию по вакансионному механизму и почему? Какую роль будут играть такие добавки при полиморфных переходах? Дайте развернутый ответ.
12. Попаданию углерода в структуру Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> могут способствовать добавки MgO. Как это влияет на прозрачность керамики? Приведите квазихимические реакции. Дайте развернутый ответ.
13. Полиморфизм в WO<sub>3</sub>. Как образуются вакансии по вольфраму и их роль в полиморфизме? Дайте развернутый ответ.
14. Полиморфизм в диоксиде циркония. Роль CaO в качестве стабилизатора? Напишите квазихимические реакции. Дайте развернутый ответ.
15. Полиморфизм в диоксиде циркония. циркония. Почему диоксид циркония, стабилизированный оксидом скандия, обладает более высокой анионной проводимостью, чем стабилизированный оксидом иттрия? Дайте развернутый ответ.
16. Полиморфизм в диоксиде циркония. циркония. Почему добавка HfO<sub>2</sub> стабилизирует моноклинную фазу? Дайте развернутый ответ.
17. Перечислите требования к технологическим связкам для конструкционной керамики.
18. Зачем необходимо минимальное объемное содержание связки в формовочной массе и полуфабрикате? Дайте развернутый ответ.
19. Как при использовании в гелевом литье легкоудаляемых форм на основе парафина и воска можно создавать полости в заготовках? Дайте развернутый ответ.
20. Процессы в полимерных связках, применяемых при гелевом литье. Дайте развернутый ответ.
21. СТС (переделы и оборудование) поточной линии изготовления керамических изделий методом инъекционного формования из микропорошков из формовочной массы в виде гранул CATAMOLD фирмы BASF.
22. Что такое многостадийные режимы удаления связки (thermal debinding using multi-stage debinding schedules). Дайте развернутый ответ.

23. Удаление связки растворением (solvent debinding). Примерное содержание опорной связки (backbone binder) и ее поведение в процессе удаления связки. Дайте развернутый ответ.
24. Связка CATAMOLD, разработанная фирмой BASF. Формовочные массы на ее основе. Достоинства этой связки. Дайте развернутый ответ.
25. Применения неорганических связок на основе гидроксидов. Что общего в этом подходе с ВКВС Ю.Е.Пивинского? Какие перспективы открывает применение таких связок? Дайте развернутый ответ.
26. Что происходит после первого главного неустойчивого состояния при продолжении нагревания заготовки. Дайте развернутый ответ.
27. К чему приводит при дальнейшем нагревании заготовки выход вакансий на поверхность кристаллов, начинающийся в области первого неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Дайте развернутый ответ.
28. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Источники и стоки вакансий в этой области. Что происходит в веществе на границе кристалла (ВГК) и к чему это приводит? Дайте развернутый ответ.
29. Роль моновакансий в процессах, происходящих в веществе на границе кристалла (ВГК) в заготовке в области второго неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Почему возникает второй максимум на кривой зависимости электропроводности от температуры? Дайте развернутый ответ.
30. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как влияет увеличение степени неравновесности процесса на образование аккумулирующих структур из точечных дефектов? Дайте развернутый ответ.
31. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Почему суммарный электрический ток диффузионного с массопереноса должен быть нулевым? Дайте развернутый ответ.
32. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Почему исчезновение бесконечного кластера из закрытых пор является очень важным при получении прозрачной керамики. Дайте развернутый ответ.
33. К каким дефектам керамики может привести сохранение локальных уплотнений до заключительных стадий спекания? Дайте развернутый ответ.
34. Три области главных неустойчивых состояний при обжиге керамики. Почему они главные? Почему корректнее называть их неустойчивыми состояниями, а не бифуркациями? Дайте развернутый ответ.
35. К чему приводит при дальнейшем нагревании заготовки выход вакансий на поверхность кристаллов, начинающийся в области первого неравновесного фазового перехода (бифуркации)? Дайте развернутый ответ.
36. Как процессы в веществе на границе кристалла (ВГК) в области второго неравновесного фазового перехода (бифуркации) зависят от размера и структуры частиц порошка в заготовке? Дайте развернутый ответ.
37. Область второго неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как на эволюции структуры влияет повышение степени неравновесности процесса (уменьшение размера кристаллов, увеличение скорости нагрева заготовки)? Дайте развернутый ответ.
38. Область третьего неравновесного фазового перехода (бифуркации). Как при этом происходит диффузионный массоперенос? Дайте развернутый ответ.
39. Почему при использовании высокодисперсных порошков часто более плотную керамику удается получить из менее плотных заготовок? Дайте развернутый ответ.

40. Эволюция структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при спекании с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
41. Сколько измерений необходимо сделать на современных dilatометрах, снабженной программой RCS? Какие скорости нагрева при этом применяют. Дайте развернутый ответ.
42. Почему двухступенчатое (двухстадийное) - Two step sintering (TSS) спекание можно считать дальнейшим развитием спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
43. Добавление 1 ат.%  $Mg^{2+}$  в нанопорошок  $Y_2O_3$  смещает кинетическое окно в область более низких температур по сравнению с нанопорошком без добавок. Напишите реакции дефектообразования из предположения, что ВГК состоит из MgO.
44. Чем можно объяснить, что метод TSS показал хорошие результаты при спекании беспористой керамики не только из простых оксидов, но и из твердых растворов? Дайте развернутый ответ.
45. В чем идея спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
46. Как может пойти эволюция структуры локальных уплотнений и прилегающих к ним областей при неправильном режиме спекания с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS)? Дайте развернутый ответ.
47. Режим изменения относительной плотности от времени при спекании  $Al_2O_3$  с контролируемой скоростью усадки (Rate controlled sintering – RCS). При каком значении относительной плотности изменяется наклон линейного участка? Как это связано с переходом открытых пор в закрытые? Дайте развернутый ответ.
48. Спекание образцов керамики из  $ZrO_2$ , стабилизированных 8 мол.%  $Y_2O_3$  из порошка со средним размером частиц 205 нм обычным спеканием, спеканием с контролируемой скоростью усадки и двухстадийным спеканием. Какой способ дал лучшие результаты? Объясните полученные результаты.
49. Чем похожи эволюции структуры локальных уплотнений и прилегающим к ним областей в методах TSS и RCS? Почему это помогает сохранению исходного размера частиц нанопорошка? Дайте развернутый ответ.
50. Добавление 1 ат.%  $Nb^{5+}$  в нанопорошок  $Y_2O_3$  смещает кинетическое окно в область более высоких температур по сравнению с нанопорошком без добавок. Напишите реакции дефектообразования из предположения, что ВГК состоит из  $Nb_2O_5$ .
51. Магнитные полупроводники.
52. Магнитосопротивлением в магнитных полупроводниках.
53. Гигантский красный сдвиг края оптического поглощения в магнитных полупроводниках.
54. Применение модели  $s-d$  обмена к магнитным полупроводникам.
55. Возможные применения магнитных полупроводников. Спинтроника.

#### 8.4 Структура и пример билета для зачета с оценкой

Итоговый контроль освоения материала дисциплины проводится в 3 семестре в форме зачета с оценкой, включающего контрольные вопросы по материалу всех разделов дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам дисциплины.



Пример билета для зачета с оценкой:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. каф. ХТКиО<br/>_____ 20__ г.<br/>Н.А. Макаров</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</b>                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Кафедра Химической технологии керамики и огнеупоров</b>                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология</b>                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Магистерская программа «Химическая технология<br/>высокотемпературных функциональных материалов»<br/>Физическая химия твердого тела</b> |
| <p align="center"><b>Билет для зачета с оценкой № 1</b></p> <p>1. Определение синергетики. Аналогичные названия, применяемые для химических систем.</p> <p>2. Что препятствует успешному применению расчета концентрации вакансий по закону действия масс?</p> <p>3. Почему при традиционном режиме обжига (достаточно быстрое равномерное нагревание и выдержка при максимальной температуре) обычно не позволяет получать высокоплотную мелкокристаллическую керамику? Дайте развернутый ответ.</p> |                                                                                                                                            |

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### *А. Основная литература*

1. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Н.Т. Андрианов, В.Л. Балкевич, А.В. Беляков, А.С. Власов, И.Я. Гузман, Е.С. Лукин, Ю.М. Мосин, Б.С. Скидан / Под ред. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. 496 с.

#### *Б. Дополнительная литература*

1. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2019. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-4598-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123463> (дата обращения: 05.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Selivanova, N. M. Physical Chemistry : учебное пособие / N. M. Selivanova, A. N. Bezrukov, Y. G. Galyametdinov. — Казань : КНИТУ, 2017. — 151 с. — ISBN 978-5-7882-2243-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138379> (дата обращения: 16.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Цирельсон, В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела : учебное пособие / В. Г. Цирельсон. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 522 с. — ISBN 978-5-00101-502-4. — Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94104> (дата обращения: 16.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации**

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов». ISSN: 0235-2206
- Ж. Российские нанотехнологии. ISSN (print): 1992-7223, ISSN (online): 1993-4068
- Ж. Наноиндустрия. ISSN 1992-4178 (Print) ISSN 1992-4186 (Online)
- Ж. Нанотехника. ISSN 1816-4498.
- Ж. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582
- Ж. Физика и химия стекла. ISSN: 0132-6651
- Ж. Техника и технология силикатов. ISSN: 20760655
- Нанометр. Информационный бюллетень ФНМ. Факультет наук о материалах, МГУ им. М.В. Ломоносова. [Электронный ресурс] [www.fnm.msu.ru](http://www.fnm.msu.ru), [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru)
- Российский Электронный наножурнал. ООО «Парк-медиа». [Электронный ресурс] <http://www.nanojournal.ru>
- Нано Дайджест. Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс] <http://nanodigest.ru>
- Наномир - интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс] <http://www.miracle-uni.ru>
- Ж. Nature Nanotechnology. 1748-3387 (print) and 1748-3395 (online)
- Ж. Nanotoday. ISSN (printed): 1748-0132. [Online]. ISSN, 1748-0132
- Ж. Nanotechnology. ISSN 0957-4484 (Print) ISSN 1361-6528 (Online)
- Ж. Journal of Nanoparticle Research. ISSN: 1388-0764. E-ISSN: 1572-896X.
- Ж. Journal of Experimental Nanoscience. Print ISSN: 1745-8080 Online ISSN: 1745-8099.
- Ж. Journal of Non-Crystalline Solids. ISSN: 0022-3093
- Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX; Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.
- Ресурсы ELSEVIER: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

## **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы используются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций и практических занятий (общее число презентаций – 13);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 60);
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной

литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2. Учебно-наглядные пособия:**

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; плакаты диаграмм состояния тугоплавких неорганических и силикатных систем; комплекты колебательных спектров и спектров люминесценции ВФМ; наборы образцов тугоплавких неорганических и силикатных материалов; демонстрационные изделия из силикатных материалов.

### **11.3 Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками ВФМ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам тугоплавких неорганических веществ; электронная картотека по рентгенофазовому анализу; электронная картотека по фазовым диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральные библиотеки электронных изданий.

#### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                | Реквизиты договора поставки            | Количество лицензий                                                                                                    | Срок окончания действия лицензии |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1.    | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 20 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 2     | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                                     | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 5 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 3.    | Управление проектами Project expert tutorial                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 4.    | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users   | Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020   | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                       |
| 5.    | SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers                                  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                       |
| 6.    | Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024 | Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест | бессрочная                       |
| 7.    | Среда разработки Delphi                                                                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 8.    | Среда разработки C++ Builder                                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 9.    | Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |

|     | Licenses (per License)                                                                              |                                       |                                               |            |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| 10. | Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle                                               | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 11. | OriginPro 8.1 Department Wide License                                                               | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 12. | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 13. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 14. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                                         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 15. | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                                            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 3 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 16. | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 17. | Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 18. | Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 19. | Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 20. | System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 21. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 22. | Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 23. | Global Optimization Toolbox Classroom new                                                           | Контракт № 143-164ЭА/2010             | 25 лицензий для активации на рабочих стан-    | бессрочная |

|     |                                                                                                                                                                  |                                           |                                                |                                                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                                                          | от 14.12.10                               | циях                                           |                                                                                            |
| 24. | Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                              | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10     | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 25. | Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10     | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 26. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10     | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 27. | NI Circuit Design Suite                                                                                                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10     | 10 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 28. | Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL                                                              | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021    | 13 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 29. | Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens                                             | Контракт № 72-99ЭА/2022 от 29.08.2022     | 13 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 30. | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                                                                                                             | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013     | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 31. | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                                                                   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020     | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                                 |
| 32. | Micosoft Office Standard 2013                                                                                                                                    | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013     | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 33. | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul> | Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019   | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
|     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition                                                                                            | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | -                                              | 24 месяца (продление подписки с правом перехода на об-                                     |

|     |                                                                                                  |                                           |                                               | новлѐнную вер-<br>сию продукта) |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|
| 35. | iSpring Suite Max                                                                                | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | 02.12.2025                      |
| 36. | iSpring Suite версия 11                                                                          | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | 02.12.2025                      |
| 37. | Планы Мини                                                                                       | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1                                             | 30.09.2025                      |
| 38. | Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64 | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024    | 60 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                      |
| 39. | COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)                                             | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023   | 1                                             | бессрочная                      |
| 40. | COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)                                            | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023   | 1                                             | бессрочная                      |
| 41. | Антиплагиат.ВУЗ 5.0                                                                              | Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025     | 1                                             | 19.05.2026                      |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                    | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Формы и методы контроля и оценки                                        |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Раздел 1. Основные понятия зонной теории и статистической термодинамики. | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные научные достижения и перспективные направления исследований в области химии твердого тела материалов на основе тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ВФМ);</li> <li>– современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и химических свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;</li> <li>– значение химии твердого тела в технологических процессах ВФМ, проектировании и практических аспектах исследования их состава, структуры и свойств, эксплуатации материалов;</li> <li>– значение химии твердого тела при создании новых материалов на основе ВФМ для применения в различных областях хозяйства.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить анализ научно-технической литературы в области химии твердого тела материалов на основе ВФМ;</li> <li>– формулировать с привлечением химии твердого тела требования к материалам и определять эффективные пути создания новых материалов на основе ВФМ с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>– проводить с привлечением химии твердого тела экспериментальные исследования состава, структуры и свойств материалов на основе ВФМ;</li> <li>– применять теоретические знания по химии твердого тела материалов на основе ВФМ для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим аспектам химии твердого тела материалов на основе ВФМ;</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p> |



|                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>– основанными на химии твердого тела методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии материалов на основе ВФМ, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;</li> <li>– основанными на химии твердого тела методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза материалов на основе ВФМ;</li> <li>– способностью и готовностью к разработке новых методов исследования, основанных на химии твердого тела, и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области материалов на основе ВФМ с учетом правил соблюдения авторских прав.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                         |
| <p>Раздел 2.<br/>Дефектообразование, нестехиометрия и превращения в твердых телах.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные научные достижения и перспективные направления исследований в области химии твердого тела материалов на основе тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ВФМ);</li> <li>– современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и химических свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;</li> <li>– значение химии твердого тела в технологических процессах ВФМ, проектировании и практических аспектах исследования их состава, структуры и свойств, эксплуатации материалов;</li> <li>– значение химии твердого тела при создании новых материалов на основе ВФМ для применения в различных областях хозяйства.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить анализ научно-технической литературы в области химии твердого тела материалов на основе ВФМ;</li> <li>– формулировать с привлечением химии твердого тела требования к материалам и определять эффективные пути создания новых материалов на основе ВФМ с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p> |

|                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить с привлечением химии твердого тела экспериментальные исследования состава, структуры и свойств материалов на основе ВФМ;</li> <li>– применять теоретические знания по химии твердого тела материалов на основе ВФМ для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим аспектам химии твердого тела материалов на основе ВФМ;</li> <li>– основанными на химии твердого тела методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии материалов на основе ВФМ, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;</li> <li>– основанными на химии твердого тела методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза материалов на основе ВФМ;</li> <li>– способностью и готовностью к разработке новых методов исследования, основанных на химии твердого тела, и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области материалов на основе ВФМ с учетом правил соблюдения авторских прав.</li> </ul> |                                                                         |
| <p>Раздел 3. Синтез твердофазных материалов.</p> <p>Исследование процессов в твердых телах.</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные научные достижения и перспективные направления исследований в области химии твердого тела материалов на основе тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ВФМ);</li> <li>– современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и химических свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;</li> <li>– значение химии твердого тела в технологических процессах ВФМ, проектировании и практических аспектах исследования их состава, структуры и</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>свойств, эксплуатации материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– значение химии твердого тела при создании новых материалов на основе ВФМ для применения в различных областях хозяйства.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить анализ научно-технической литературы в области химии твердого тела материалов на основе ВФМ;</li> <li>– формулировать с привлечением химии твердого тела требования к материалам и определять эффективные пути создания новых материалов на основе ВФМ с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>– проводить с привлечением химии твердого тела экспериментальные исследования состава, структуры и свойств материалов на основе ВФМ;</li> <li>– применять теоретические знания по химии твердого тела материалов на основе ВФМ для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим аспектам химии твердого тела материалов на основе ВФМ;</li> <li>– основанными на химии твердого тела методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии материалов на основе ВФМ, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;</li> <li>– основанными на химии твердого тела методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза материалов на основе ВФМ;</li> <li>– способностью и готовностью к разработке новых методов исследования, основанных на химии твердого тела, и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области материалов на основе ВФМ с учетом правил соблюдения авторских прав.</li> </ul> |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Физическая химия твердого тела»**  
 основной образовательной программы  
**18.04.01 Химическая технология**  
**магистерская программа**  
**«Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»**

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Химическая технология высокотемпературных  
конструкционных керамических материалов»**

**Направление подготовки**

**18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа**

**«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена доцентом кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров Лемешевым Д.О. и доцентом кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров Н.А. Поповой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева «13» июня 2025 г., протокол № 17.

## **1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (ФГОС ВО), накопленным опытом преподавания дисциплин кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина «Химическая технология высокотемпературных конструкционных керамических материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в том числе в области физикохимии и технологии высокотемпературных функциональных материалов, в частности высокотемпературных неорганических материалов (ВНМ).

**Цель дисциплины** – приобретение знаний и компетенций в области теории создания высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ, их технических и эксплуатационных характеристик, принципов проектирования и химической технологии.

**Задачи дисциплины** – формирование у обучающихся системных глубоких знаний в области физических процессов и технологии неорганических композиционных материалов, понимания общих закономерностей проектирования и создания этих материалов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению научных исследований в указанной области материаловедения, способности анализировать и критически оценивать получаемые результаты, предлагать пути решения поставленных задач и находить среди них оптимальный.

Дисциплина «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов» преподается во 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:**



| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                  | Объект или область знания                                                                                                                                            | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                               | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                                              | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский</b>                                                                                                             |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.1 Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                                         | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов<br><br>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     | ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                     | ПК-4.3. Владеет приемами разработки                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                  | методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ | <p>Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства</p> <p>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н). Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла</p> <p>ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-</p> |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов и изделий из них | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | повышения эффективности процессов производства ВФМ                                                                                                                                                                                                            | космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018 № 573н).<br>Обобщенная трудовая функция Н Организация научно-экспериментальных исследований применяемых неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, для выбора перспективных компонентов и материалов из них с целью внедрения их в производство; уровень квалификации 7, трудовая функция Н/03.7 Руководство теоретическими и экспериментальными исследованиями в рамках создания нового объекта интеллектуальной собственности в области производства ракетно-космических комплексов и систем |
|  |  |  | ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратурное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|  |  |  | ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

*Знать:*

- теоретические основы разработки и проектирования свойств высокотемпературных конструкционных керамических материалов;
- принципы разработки композиционных материалов на основе керамических матриц и/или наполнителей;
- технологические схемы производства высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.

*Уметь:*

- формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;
- проектировать составы композиционных материалов на основе ВНМ в соответствии с заданными требованиями;
- выбирать технологию высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.

*Владеть:*

- способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;
- методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;
- способностью выстраивать взаимосвязь состав – структура – свойство и использовать полученные закономерности в технологии высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.

### 3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Всего       |            | Семестр      |           |                |            |
|----------------------------------------------------|-------------|------------|--------------|-----------|----------------|------------|
|                                                    |             |            | 2            |           | 3              |            |
|                                                    | ЗЕ          | Акад. ч.   | ЗЕ           | Акад. ч.  | ЗЕ             | Акад. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>5</b>    | <b>180</b> | <b>2</b>     | <b>72</b> | <b>3</b>       | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,88</b> | <b>68</b>  | <b>0,94</b>  | <b>34</b> | <b>0,94</b>    | <b>34</b>  |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>1,38</i> | <i>50</i>  | <i>0,69</i>  | <i>25</i> | <i>0,69</i>    | <i>25</i>  |
| Лекции (Лек)                                       | 0,50        | 18         | 0,25         | 9         | 0,25           | 9          |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 1,38        | 50         | 0,69         | 25        | 0,69           | 25         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>1,38</i> | <i>50</i>  | <i>0,69</i>  | <i>25</i> | <i>0,69</i>    | <i>25</i>  |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | -           | -          | -            | -         | -              | -          |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                 | <b>2,12</b> | <b>76</b>  | <b>1,06</b>  | <b>38</b> | <b>1,06</b>    | <b>38</b>  |
| Контактная самостоятельная работа                  | 0,01        | 0,2        | 0,01         | 0,2       | -              | -          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 2,11        | 75,8       | 1,05         | 37,8      | 1,06           | 38         |
| <b>Виды контроля:</b>                              |             |            |              |           |                |            |
| <b>Экзамен</b>                                     | <b>1</b>    | <b>36</b>  | <b>-</b>     | <b>-</b>  | <b>1</b>       | <b>36</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       | 1           | 0,4        | -            | -         | 1              | 0,4        |
| Подготовка к экзамену                              |             | 35,6       |              | -         |                | 35,6       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     |             |            | <b>Зачет</b> |           | <b>Экзамен</b> |            |

| Вид учебной работы                                 | Всего       |             | Семестр      |              |                |              |
|----------------------------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|----------------|--------------|
|                                                    |             |             | 2 семестр    |              | 3 семестр      |              |
|                                                    | ЗЕ          | Астр. ч.    | ЗЕ           | Астр. ч.     | ЗЕ             | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>5</b>    |             | <b>2</b>     | <b>54</b>    | <b>3</b>       | <b>81</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>1,88</b> | <b>51</b>   | <b>0,94</b>  | <b>25,5</b>  | <b>0,94</b>    | <b>25,5</b>  |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>1,38</i> | <i>37,5</i> | <i>0,69</i>  | <i>18,75</i> | <i>0,69</i>    | <i>18,75</i> |
| Лекции (Лек)                                       | 0,50        | 13,5        | 0,25         | 6,75         | 0,25           | 6,75         |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 1,38        | 37,5        | 0,69         | 18,75        | 0,69           | 18,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>1,38</i> | <i>37,5</i> | <i>0,69</i>  | <i>18,75</i> | <i>0,69</i>    | <i>18,75</i> |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | -           | -           | -            | -            | -              | -            |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>                 | <b>2,12</b> | <b>57</b>   | <b>1,06</b>  | <b>28,5</b>  | <b>1,06</b>    | <b>28,5</b>  |
| Контактная самостоятельная работа                  | 0,01        | 0,15        | 0,01         | 0,15         | -              | -            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 2,11        | 56,85       | 1,05         | 28,35        | 1,06           | 28,5         |
| <b>Виды контроля:</b>                              |             |             |              |              |                |              |
| <b>Экзамен</b>                                     | <b>1</b>    | <b>27</b>   | <b>-</b>     | <b>-</b>     | <b>1</b>       | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       | 1           | 0,3         | -            | -            | 1              | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                              |             | 26,7        |              | -            |                | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     |             |             | <b>Зачет</b> |              | <b>Экзамен</b> |              |

#### 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п      | Раздел дисциплины                                                                                   | Академ. часов |           |           |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-----------|------------|
|            |                                                                                                     | Всего         | Лек       | ПЗ        | СР         |
| <b>1</b>   | Основные типы конструкционной керамики и области их применения                                      | <b>38</b>     | <b>4</b>  | <b>15</b> | <b>19</b>  |
| <b>1.1</b> | Инструментальная керамика                                                                           | 9             | 1         | 4         | 4          |
| <b>1.2</b> | Керамика специального назначения                                                                    | 10            | 1         | 4         | 5          |
| <b>1.3</b> | Бронева керамика                                                                                    | 9             | 1         | 4         | 4          |
| <b>1.4</b> | Биокерамика                                                                                         | 10            | 1         | 3         | 6          |
| <b>2</b>   | Современные технологии формирования пространственных структур и формования конструкционной керамики | <b>34</b>     | <b>5</b>  | <b>10</b> | <b>19</b>  |
| <b>2.1</b> | Аддитивные технологии                                                                               | 19            | 3         | 6         | 10         |
| <b>2.2</b> | Металлокерамические узлы                                                                            | 15            | 2         | 4         | 9          |
| <b>3</b>   | Непористые теплоизоляционные и теплозащитные материалы                                              | <b>39</b>     | <b>5</b>  | <b>15</b> | <b>19</b>  |
| <b>4</b>   | Волокнистые высокотемпературные теплоизоляции                                                       | <b>33</b>     | <b>4</b>  | <b>10</b> | <b>19</b>  |
|            | Подготовка к экзамену                                                                               | <b>36</b>     | -         | -         | 36         |
|            | <b>Всего часов</b>                                                                                  | <b>180</b>    | <b>18</b> | <b>50</b> | <b>112</b> |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Основные типы конструкционной керамики и области их применения.**

1.1. Инструментальная керамика. Классификация инструментальных материалов: вольфрамовые, маловольфрамовые и безвольфрамовые твердые сплавы (БВТС), карбидостали, быстрорежущие стали, оксидная керамика, нитридная керамика, карбидная керамика. Состав, структура, технология. Инструментальные материалы на основе оксидов, оксидно-нитридная керамика (кортинит).

Технология нанесения износостойких покрытий. Современные технологические процессы в области изготовления инструментальных материалов. Способы оценки прочности покрытия. Современные требования, предъявляемые к режущему инструменту.

Области применения инструментальной керамики и износостойких покрытий: металлообработка, медицина, авиастроение, легкая промышленность и сельское хозяйство. Основные понятия теории резания.

1.2. Керамика специального назначения. Функционал керамики, применяемой в атомной промышленности: материалы для окон радиационного контроля; керамика для окон отбора мощности; сцинтилляторы. Конструкционные керамические материалы, применяемые при построении энергетических установок: топливных элементов, биозащиты, ловушек расплава и т.д. Физико-химические процессы, протекающие в оксидной, бескислородной и композиционной керамике под воздействием ионизирующего излучения. Дegradация свойств.

1.3. Бронева керамика. Основные понятия теории разрушения. Возникновение и распространение трещин: интеркристаллитные и транскристаллитные. Химическая технология получения керамических и композиционных материалов с высокими значениями ударной вязкости и трещиностойкости. Упрочнение керамики: химическое, физическое. Лазерное упрочнение. Особенности формования бронева керамики.

1.4. Биокерамика. Резорбируемая керамика на основе гидроксипатита. Биоинертная керамика на основе оксидов. Химическая технология биокерамики. Области применения керамики в медицине практике (костные, зубные протезы, защитные покрытия на медицинских инструментах, бактериальные фильтры). Совместимость тканей живого организма с эндопротезами Сравнение характеристик керамических эндопротезов с металлическими и полимерными.

### **Раздел 2. Современные технологии формирования пространственных структур и формования конструкционной керамики.**

2.1. Аддитивные технологии. Технологии 3D-печати (3D-Printing), стереолитографии (Lithography-based Ceramic Manufacturing, LCM), лазерного спекания (Selective Laser Sintering, SLS), лазерного упрочнения (Laser Shock Peening, LSP), лазерная обработка (Laser Assisted Machining, LAM), пропитка матриц суспензиями.

2.2. Металлокерамические узлы. Способы соединения металла и керамики, металлокерамические узлы. Основные способы изготовления металлокерамических узлов из оксидной и бескислородной керамики: метод многоступенчатой металлизации и пайки керамики, пайка керамики с помощью активных металлов, термокомпрессионная сварка керамики с металлом, лазерная и плазменная сварка.

Физико-химические процессы, протекающие при создании соединений керамики с металлами. Неразрушающие методы контроля качества металлокерамических узлов.

### **Раздел 3. Непористые теплоизоляционные и теплозащитные материалы**

Классификация теплозащитных и теплоизоляционных материалов: по условиям эксплуатации, по типу поровой структуры. Особенности применения тугоплавких оксидов в теплозащитных устройствах. Температурные интервалы термостойкости теплозащитных материалов. Микротрещиноватая структура и ее роль в термостойкости защиты. Конструкционные способы повышения термостойкости.

Теплозащита и теплоизоляция из жаростойких оксидов. Улучшение свойств материалов путем введения оксидных добавок, создания оксидно-волоконистых

композиций, армирование оксидными, неоксидными и металлическими волокнами. Безобжиговые оксидные материалы на фосфатных связках.

Теплозащита и теплоизоляция из неоксидных соединений. Карбиды тугоплавких металлов и композиции на их основе. Композиты системы  $MeC - Me'O_2$ . Карбидографиты. Бориды и силициды тугоплавких металлов и композиции на их основе. Система  $ZrB_2 - SiC$ . Карбидо-волокнистые композиции. Пирографитовые материалы.

#### **Раздел 4. Волокнистые высокотемпературные теплоизоляции**

Физико-механические свойства волокнистых материалов. Теплопроводность волокнистых материалов. Упругие свойства волокон. Высокотемпературные теплоизоляции из особо тугоплавких оксидных волокон. Композиции оксидных волокон на неорганической связке. Теплоизоляции из карбидных и других неоксидных волокон. Способы получения неоксидного волокна: экструзия пластифицированных смесей и растворов, газофазное осаждение на металлические и углеродные волокна и подложки. Теплоизоляции на основе углеродных тканей.

### 5 СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                      | Раздел<br>1 | Раздел<br>2 | Раздел<br>3 | Раздел<br>4 |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|   | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                         |             |             |             |             |
| 1 | – теоретические основы разработки и проектирования свойств высокотемпературных конструкционных керамических материалов;                                                                               | +           | +           | +           | +           |
| 2 | – принципы разработки композиционных материалов на основе керамических матриц и/или наполнителей;                                                                                                     | +           | +           | +           | +           |
| 3 | – технологические схемы производства высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.                                                                                       | +           | +           | +           | +           |
|   | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                         |             |             |             |             |
| 4 | – формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;                     | +           | +           | +           | +           |
| 5 | – проектировать составы композиционных материалов на основе ВНМ в соответствии с заданными требованиями;                                                                                              | +           | +           | +           | +           |
| 6 | – выбирать технологию высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.                                                                                                      |             | +           |             | +           |
|   | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |
| 7 | – способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;             | +           | +           | +           | +           |
| 8 | – методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;                        |             | +           |             | +           |
| 9 | – способностью выстраивать взаимосвязь состав – структура – свойство и использовать полученные закономерности в технологии высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ. | +           | +           | +           | +           |



| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <b>профессиональные компетенции</b> и <b>индикаторы их достижения:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
|                                                                                                                                             | <b>Код и наименование ПК</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |
| 10                                                                                                                                          | ПК-4 Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств              | ПК-4.1 Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                                                                                                   | + | + | + | + |
| 11                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-4.2 Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ                                                           | + | + | + | + |
| 12                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ | + | + | + | + |
| 13                                                                                                                                          | ПК-5 Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ                                       | + | + | + | + |

|    |  |                                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |   |   |
|----|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 14 |  | ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                            | + | + | + | + |
| 15 |  | ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ | + | + | + | + |

## 6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1 Практические занятия. Примерные темы практических занятий

| № | Раздел   | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Часы |
|---|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 | Раздел 1 | – Выбор и обоснование керамического материала для инструментальных задач областей промышленности. Оценка перспективы использования и коммерциализации;<br>– Радиационная стойкость керамики. Возможность использования бескислородных материалов в условиях ионизирующего излучения;<br>– Оценка основных параметров разрушения материала. Баллистические характеристики. Способы упрочнения керамики;<br>– Определение основных свойств пористых имплантатов. Пути увеличения резорбируемости керамики. | 15   |
| 2 | Раздел 2 | – Выбор и обоснование метода формирования пространственной структуры;<br>– Возможности методов аддитивного формирования и прототипирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10   |
| 3 | Раздел 3 | – Различие между теплоизоляцией и теплозащитой;<br>– Температурные интервалы термостойкости теплозащитных материалов;<br>– Теплонагруженные элементы конструкций;<br>– Подбор материалов для эффективной теплозащиты.                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 15   |
| 4 | Раздел 4 | – Свойства волокнистых материалов;<br>– Армирование теплоизоляционных материалов волокнами;<br>– Способы производства прерывных и непрерывных материалов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 10   |

### 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Химическая технология высокотемпературных конструкционных керамических материалов» не предусмотрен.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу лекционного курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета и экзамена по дисциплине.

## **8 ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине во 2 семестре складывается из оценок за выполнение 3 контрольных работ (по 30 баллов за 1 и 2 контрольные работы и 40 баллов за 3 контрольную работу). Совокупная оценка по дисциплине в 3 семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (3 контрольные работы по 20 баллов за каждую контрольную работу) и итогового контроля в форме экзамена.

### **8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы**

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

### **8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется во 2 и 3 семестрах, для этого предусмотрены 6 контрольных работ в форме кейсов. Максимальная оценка за три контрольные работы (2 семестр) составляет 100 баллов, по 30 баллов за 1 и 2 контрольные работы и 40 баллов за 3 контрольную работу. Максимальная оценка за три контрольные работы (3 семестр) составляет 60 баллов, по 20 баллов за каждую работу.

Итоговая оценка за 2 семестр (зачет, максимальная – 100 баллов) выставляется студенту по итогам трех контрольных работ, проводимых по окончании изучения разделов 1 и 2 (1 и 2 контрольные работы – максимально 30 баллов, 3 контрольная работа – максимально 40 баллов).

Итоговая оценка за 3 семестр (экзамен, максимальная – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания трех контрольных работ по окончании изучения разделов 3 и 4 (каждая контрольная работа – максимально 20 баллов) и сдачи итогового экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

#### **Разделы 1, 2.**

1. На склад сырья предприятия по производству режущей керамики «Микролит» доставлен боксит. Частицы сырья изометричные, размер 1-5 см. В сырье есть примеси  $\text{Fe}^{2+}$  и рутила. Количество примесей не превышает 1,0 %. Предложите и обоснуйте технологическую схему получения (с указанием необходимого оборудования, режима его работы, добавок) из предложенного сырья  $\alpha$ -корунда. Конечные параметры полученного материала должны соответствовать марке М10 ГОСТ 3647-80 и чистоте 25 рртм. Также предложите и обоснуйте способ получения такого продукта химическим методом.
2. На склад сырья предприятия по производству керамики для ловушек расплава реакторов ВВЭР доставлен циркон. Частицы сырья изометричные, размер 2-4 см. В сырье есть примеси оксида иттрия и жилистого кварца. Количество примесей не превышает 2,5 %. Предложите и обоснуйте технологическую схему получения (с указанием необходимого оборудования, режима его работы, добавок) из предложенного сырья тетрагонального диоксида циркония. Конечные параметры полученного материала должны соответствовать марке F600 FEPA 42-D и чистоте «химически чистый». Также предложите и обоснуйте способ получения такого продукта химическим методом.
3. На склад сырья предприятия по производству керамики для головных обтекателей ЗРК доставлен кварцит. Частицы сырья изометричные, размер 1-10 см. В сырье есть примеси  $\text{Fe}^{3+}$  и мрамора. Количество примесей не превышает 1,5 %. Предложите и обоснуйте технологическую схему получения (с указанием необходимого оборудования, режима его работы, добавок) из предложенного сырья  $\beta$ -кварца. Конечные параметры полученного материала должны соответствовать марке F500

ISO 8486-86 и чистоте «Pigum». Также предложите и обоснуйте способ получения такого продукта химическим методом.

### **Разделы 3, 4.**

1. ОКБ «Базальт». Рабочая группа конструкторов. Задача КБ – определение теплонагруженных элементов конструкции ступени разведения и разделяемой ГЧ гиперзвукового летательного аппарата ГПЛА 15Ю71 и разработка технологической схемы производства и монтажа элементов теплозащиты. При конструировании учесть, что РГЧ является модульной и разведение блоков осуществляется на высоте 1000 – 1200 км над поверхностью. Выход на заданную точку осуществляется по инерциальным координатам. Спуск по баллистической траектории. Производственные мощности предприятия позволяют реализовать работы с бескислородными соединениями, однако политика предприятия в сфере раскрытия информации запрещает использование импортных коммерческих порошков. На предприятии есть цех по производству элементов жесткости хвостового оперения самолета МС-21. Формовочное оборудование представлено стендами горячего литья и квазиизостатического прессования.
2. НПО «Машиностроение». Рабочая группа конструкторов. Задача КБ – определение теплонагруженных элементов конструкции планера ГПЛА «изделие 4202» и разработка технологической схемы производства и монтажа элементов теплозащиты. При конструировании учесть, что изделие может служить как для вывода полезной нагрузки на околоземную орбиту, так и для доставки груза в определенную точку. По пути следования изделие должно сохранять активным канал телеметрии и возможность маневрирования. Схема старта – воздушная. Производственные мощности предприятия позволяют вести работы с оксидными, бескислородными и металлическими материалами. Политика предприятия в сфере корпоративной безопасности запрещает работы с любыми материалами, произведенными вне стен предприятия. На предприятии есть цеха по производству волоконно-оптических гироскопов и элементов жесткости крыла самолета МС-21. Формовочное оборудование представлено изостатическими горячими и холодными прессами, а также газостатом.
3. НПО «Энергомаш». Рабочая группа конструкторов. Задача КБ – определение теплонагруженных узлов гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя (гПВРД) и разработка технологической схемы производства и монтажа элементов конструкции и теплозащиты. При конструировании учесть, что двигатель бескомпрессорный. Топливом является несимметричный диметилгидразин. Производственные мощности предприятия позволяют вести работы с жаропрочными сплавами и установками вакуумного напыления. Политика предприятия в сфере экспортного контроля запрещает работы с любыми материалами и технологическим оборудованием, произведенными не на территории РФ. На предприятии есть цеха по производству головных обтекателей и транспортно-пусковых контейнеров ракеты ЗМЗ0. Основное технологическое оборудование представлено камерами вакуумного литья, а также машинами автоматизированной выкладки препрегов.

### **8.3 Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)**

Максимальная оценка – 40 баллов. Экзаменационный билет включает 2 вопроса, по 20 баллов за каждый.

Примеры вопросов для экзамена:

1. Классификация теплоизоляционных материалов.
2. Свойства теплозащитных материалов на основе высокоогнеупорных оксидов.

3. Модификация теплозащитных изделий на основе высокоогнеупорных оксидов введением оксидных добавок.
4. Теплозащитные материалы на основе оксидов, армированных металлическими волокнами.
5. Теплозащитные материалы на основе оксидов, армированных оксидными волокнами.
6. Теплозащитные материалы на основе оксидов, армированных неоксидными волокнами
7. Температурные интервалы термостойкости теплозащитных материалов.
8. Безобжиговые оксидные теплозащитные материалы на фосфатных связках.
9. Особенности применения керамики из тугоплавких оксидов в теплозащитных устройствах.
10. Теплозащита и теплоизоляция на основе композиций  $MeC - Me'O_2$ .
11. Теплозащита на основе карбидографитов.
12. Теплозащита на основе боридов и силицидов тугоплавких металлов
13. Теплоизоляция и теплозащита на основе пирографита.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

#### 8.4 Структура и пример билета для экзамена

Итоговый контроль освоения материала дисциплины проводится в 3 семестре в форме экзамена, включающего контрольные вопросы по материалу разделов 3–4. Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам дисциплины.

|                                                                                                                                                                                             |                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. каф. ХТКиО<br/>_____ 20__ г.<br/>Н.А. Макаров</p>                                                                                                                   | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                  |
|                                                                                                                                                                                             | <b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>                          |
|                                                                                                                                                                                             | <b>Кафедра Химической технологии керамики и огнеупоров</b>                                          |
|                                                                                                                                                                                             | <b>Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология</b>                                        |
|                                                                                                                                                                                             | <b>Магистерская программа «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
|                                                                                                                                                                                             | <b>Химическая технология высокотемпературных конструкционных керамических материалов</b>            |
| <p align="center"><b>Экзаменационный билет № 1</b></p> <p>1. Материалы для машиностроительной керамики на основе карбида кремния.</p> <p>2. Классификация теплоизоляционных материалов.</p> |                                                                                                     |

### 9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 9.1 Рекомендуемая литература

##### *А. Основная литература*

1. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беяков А.В., Власов А.С., Гузман И.Я., Лукин Е.С., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов // Под ред. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. 496 с.
2. Физическая химия спекания: учеб. пособие / Макаров Н.А., Харитонов Д.В., Лемешев Д.О. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2019. 190 с.

3. Прочность и термopрочность тугоплавких соединений: учеб. пособие / Сенина М.О., Вершинин Д.И., Лемешев Д.О., Макаров Н.А. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 134 с.

#### ***Б. Дополнительная литература***

1. Оксидная керамика: спекание и ползучесть. Учебное пособие для вузов. / В.С. Бакунов, А.В. Беляков, Е.С. Лукин, У.Ш. Шаяхметов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – 583 с.

#### **9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации**

1. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы», ISSN 0235-2206
2. Журнал «Стекло и керамика», ISSN 0131-9582
3. Журнал «Новые огнеупоры», ISSN 1683-4518
4. Журнал «Конструкции из композиционных материалов», ISSN 2073-2562
5. Журнал «Огнеупоры и техническая керамика», ISSN 0369-7290
6. Журнал «Композитный Мир», ISSN 2222-5439
7. Журнал «Механика композиционных материалов и конструкций», ISSN 1029-6670
8. «Строительные материалы», ISSN 0585-430X
9. «Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века», ISSN 1729-9209
10. [Composites Science and Technology](#), ISSN 0266-3538
11. [Composites Technology](#), ISSN 1083-4117
12. Open Journal of Composite Materials, ISSN Online: 2164-5655
13. Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX; Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.
14. Ресурсы ELSEVIER: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

#### **9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы используются следующие образовательные технологии и средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины;
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

### **10 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2025 г. составляет 1 563 142 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химическая технология высокотемпературных конструкционных керамических материалов» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### **11.2 Учебно-наглядные пособия**

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; образцы конструкционной керамики (к каждой лекции), теплозащитных и теплоизоляционных материалов, волокон.

### **11.3 Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

### **11.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы**

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками армирующих волокон и композиционных вяжущих материалов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по составу и свойствам композиционных вяжущих материалов; кафедральная библиотека электронных изданий.



### 11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                             | Реквизиты договора поставки            | Количество лицензий                                                                                                    | Срок окончания действия лицензии |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1.    | ABBYY FineReader 10 Professional Edition                                                                       | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 20 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 2.    | CorelDRAW Graphics Suite X5 Education License                                                                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 5 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 3.    | Управление проектами Project expert tutorial                                                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 4.    | Неисключительная лицензия на использование SOLIDWORKS EDU Edition 2019-2020 Network - 200 Users                | Контракт №28-35ЭА/2020 от 26.05.2020   | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                       |
| 5.    | SolidWorks EDU Edition 2020-2021 Network - 200 U бессрочная sers                                               | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Сетевая лицензия на 200 пользователей                                                                                  | бессрочная                       |
| 6.    | Неисключительная лицензия на право использования Учебного комплекта Компас-3D v21 на 50 мест КТПП              | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024 | Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v21 "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 50 мест | бессрочная                       |
| 7.    | Среда разработки Delphi                                                                                        | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 8.    | Среда разработки C++ Builder                                                                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 9.    | Среда разработки Simulink Control Design Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 25 лицензий для активации на рабочих станциях                                                                          | бессрочная                       |
| 10.   | Система проектирования CA ErWin Modeling Suite Bundle                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 11.   | OriginPro 8.1 Department Wide License                                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |
| 12.   | Программа обработки экспериментальных данных BioOffice ultra                                                   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10  | 1 лицензия для активации на рабочих станциях                                                                           | бессрочная                       |

|     |                                                                                                     |                                       |                                               |            |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| 13. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw pro                                           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 14. | Программа обработки экспериментальных данных Chemdraw ultra                                         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 15. | MATLAB Academic new Product Group Licenses (per License)                                            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 3 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная |
| 16. | MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                  | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 17. | Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)    | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 18. | Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 19. | Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)           | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 20. | System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 21. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)         | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 22. | Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)            | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 23. | Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)   | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 24. | Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License) | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10 | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 25. | Optimization Toolbox Classroom new Product                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010             | 25 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |

|     |                                                                                                                                                                  |                                           |                                                |                                                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                                                                  | от 14.12.10                               | станциях                                       |                                                                                            |
| 26. | Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)                                                                      | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10     | 25 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 27. | NI Circuit Design Suite                                                                                                                                          | Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10     | 10 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 28. | Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL                                                              | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021    | 13 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
|     | Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens                                             | Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022      | 13 лицензий для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 30. | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine                                                                                                                             | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013     | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 31. | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                                                                   | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020     | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                                 |
| 32. | Micosoft Office Standard 2013                                                                                                                                    | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013     | 24 лицензии для активации на рабочих станциях  | бессрочная                                                                                 |
| 33. | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Word</li> <li>• Excel</li> <li>• Power Point</li> <li>• Outlook</li> </ul> | Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019    | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 34. | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition                                                                                            | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | -                                              | 24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)            |
| 35. | iSpring Suite Max                                                                                                                                                | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | 02.12.2025                                                                                 |
| 36. | iSpring Suite версия 11                                                                                                                                          | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1 лицензия для активации на рабочих станциях   | 02.12.2025                                                                                 |

|     |                                                                                                  |                                           |                                               |            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| 37. | Планы Мини                                                                                       | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | 1                                             | 30.09.2025 |
| 38. | Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64 | Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024    | 60 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная |
| 39. | COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)                                             | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023   | 1                                             | бессрочная |
| 40. | COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)                                            | Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023   | 1                                             | бессрочная |
| 41. | Антиплагиат.ВУЗ 5.0                                                                              | Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025     | 1                                             | 19.05.2026 |

## 12 ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                                                  | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Формы и методы контроля и оценки                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1.</b><br/>Основные типы конструкционной керамики и области их применения</p>             | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы разработки и проектирования свойств высокотемпературных конструкционных керамических материалов;</li> <li>- принципы разработки композиционных материалов на основе керамических матриц и/или наполнителей;</li> <li>- технологические схемы производства высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;</li> <li>- проектировать составы композиционных материалов на основе ВНМ в соответствии с заданными требованиями.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;</li> <li>- методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;</li> <li>- способностью выстраивать взаимосвязь состав – структура – свойство и использовать полученные закономерности в технологии высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольные работы 1-3 (2 семестр)</p> |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/>Современные технологии формирования пространственных структур и формования</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы разработки и проектирования свойств высокотемпературных конструкционных керамических материалов;</li> <li>- принципы разработки композиционных материалов на основе</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Оценка за контрольные работы 1-3 (2 семестр)</p> |

| Наименование разделов                                                                 | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Формы и методы контроля и оценки                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| конструкционной керамики                                                              | <p>керамических матриц и/или наполнителей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологические схемы производства высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;</li> <li>- проектировать составы композиционных материалов на основе ВНМ в соответствии с заданными требованиями;</li> <li>- выбирать технологию высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;</li> <li>- способностью выстраивать взаимосвязь состав – структура – свойство и использовать полученные закономерности в технологии высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.</li> </ul> |                                                                                          |
| <p><b>Раздел 3.</b></p> <p>Непористые теплоизоляционные и теплозащитные материалы</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы разработки и проектирования свойств высокотемпературных конструкционных керамических материалов;</li> <li>- принципы разработки композиционных материалов на основе керамических матриц и/или наполнителей;</li> <li>- технологические схемы производства высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам высокотемпературных конструкционных керамических</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Оценка за контрольные работы 1-3 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p> |

| Наименование разделов                                                     | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Формы и методы контроля и оценки                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           | <p>материалов на основе ВНМ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать составы композиционных материалов на основе ВНМ в соответствии с заданными требованиями.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;</li> <li>- методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;</li> <li>- способностью выстраивать взаимосвязь состав – структура – свойство и использовать полученные закономерности в технологии высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.</li> </ul>                                                                          |                                                                                          |
| <p><b>Раздел 4.</b><br/>Волокнистые высокотемпературные теплоизоляции</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы разработки и проектирования свойств высокотемпературных конструкционных керамических материалов;</li> <li>- принципы разработки композиционных материалов на основе керамических матриц и/или наполнителей;</li> <li>- технологические схемы производства высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;</li> <li>- проектировать составы композиционных материалов на основе ВНМ в соответствии с заданными требованиями;</li> <li>- выбирать технологию высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> | <p>Оценка за контрольные работы 1-3 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p> |

| Наименование разделов | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Формы и методы контроля и оценки |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ;</li> <li>- способностью выстраивать взаимосвязь состав – структура – свойство и использовать полученные закономерности в технологии высокотемпературных конструкционных керамических материалов на основе ВНМ.</li> </ul> |                                  |



### **13 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- - Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
**«Химическая технология высокотемпературных конструкционных керамических  
материалов»**  
основной образовательной программы  
**18.04.01 Химическая технология**  
**магистерская программа**  
**«Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»**

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
| 3.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
| 4.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева»**

---

**«УТВЕРЖДЕНО»**

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Химическая технология стеклокристаллических материалов»**

**Направление подготовки  
18.04.01 Химическая технология**

**Магистерская программа  
«Химическая технология высокотемпературных функциональных  
материалов»**

**Квалификация «магистр»**

**Москва 2025**

Программа составлена:

д.х.н., профессором, заведующим кафедрой химической технологии стекла и ситаллов  
В.Н. Сигаевым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
химической технологии стекла и ситаллов

---

«26» мая 2025 г., протокол №7.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (ФГОС ВО), магистерская программа «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов», накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химической технологии стекла и ситаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 2 и 3 семестров.

Дисциплина «Химическая технология стеклокристаллических материалов» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в частности в области тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

**Цель дисциплины** состоит в приобретении и углублении обучающимися знаний, умений, владений и формировании компетенций в области составов, строения и технологий стеклокристаллических и композиционных материалов; закономерностей и теории катализированной кристаллизации стеклообразных систем; основных принципов проектирования составов стеклокристаллических и композиционных материалов.

**Задачи дисциплины** – формирование у обучающихся магистратуры фундаментальной материаловедческой базы и системных углубленных знаний в области физикохимии и технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов (ТНСМ); выработка системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в указанной области материаловедения; формирование у обучающихся современных представлений о стеклокристаллических и композиционных материалах; формирование у обучающихся навыка самостоятельного сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по темам исследований в указанной области материаловедения, в том числе технической документации и основных нормативных документов.

Дисциплина «Химическая технология стеклокристаллических материалов» преподается во 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

### Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

| Задача профессиональной деятельности                                                                                                                                                  | Объект или область знания                                                                                                                                            | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                                | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                                               | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта)<br>Обобщенные трудовые функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности</b>                                                                                                               |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих высокотемпературных функциональных материалов, методов их исследования и проектирования их свойств | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств | ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ                                                                                                                         | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н).<br><br>Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения |
|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      | ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ</p> | <p>и технологии материалов</p> <p>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741 и).</p> <p>Обобщенная трудовая функция В Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства</p> <p>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н). Обобщенная трудовая функция В Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических</p> |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                              | процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Проведение научных исследований по созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов и изделий из них | Материаловедение высокотемпературных функциональных материалов, инновационные технологические процессы и оборудование производства таких материалов и изделий из них | ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ | ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 7, трудовая функция В/01.7 Разработка инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов<br><br>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и |
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК-5.3. Владеет приемами                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |



|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p> | <p>социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н).<br/>Обобщенная трудовая функция В<br/>Внедрение сложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 6, трудовая функция В/03.6 Разработка методик проведения испытаний новых оборудования и технологий термического производства</p> <p>ПС 26.026 Инженер-технолог по производству листового стекла (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.09.2020 № 611н).<br/>Обобщенная трудовая функция В<br/>Технологическое сопровождение освоения новых видов продукции и нового оборудования по производству листового стекла и выработка рекомендаций по корректировке существующих технологических процессов производства листового стекла; уровень квалификации 7, трудовая функция С/01.7 Разработка предложений по освоению новых видов продукции производства листового стекла</p> |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*Знать:*

- теоретические основы катализированной кристаллизации стекол и проектирования стеклокристаллических материалов с заданными свойствами на их основе;
- принципы разработки композиционных материалов на основе стекловидных и стеклокристаллических матриц и/или наполнителей;
- технологические схемы производства стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ.

*Уметь:*

- формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам стеклокристаллических материалов на основе ТНСМ;
- проектировать составы композиционных материалов на основе ТНСМ в соответствии с заданными требованиями;
- выбирать технологию производства стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ.

*Владеть:*

- способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ;
- методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ;
- способностью выстраивать взаимосвязь состав – структура – свойство и использовать полученные закономерности в технологии стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                           | Всего |             | Семестр   |             |           |             |
|----------------------------------------------|-------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
|                                              |       |             | 2 семестр |             | 3 семестр |             |
|                                              | ЗЕ    | Акад.<br>ч. | ЗЕ        | Акад.<br>ч. | ЗЕ        | Акад.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 5     | 180         | 2         | 72          | 3         | 108         |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 1,9   | 68          | 0,95      | 34          | 0,95      | 34          |
| в том числе в форме практической подготовки  | 1,4   | 50          | 0,7       | 25          | 0,7       | 25          |
| Лекции                                       | 0,5   | 18          | 0,25      | 9           | 0,25      | 9           |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 1,4   | 50          | 0,7       | 25          | 0,7       | 25          |
| в том числе в форме практической подготовки  | 1,4   | 50          | 0,7       | 25          | 0,7       | 25          |
| Самостоятельная работа                       | 2,1   | 76          | 1,05      | 38          | 1,05      | 38          |
| Реферат                                      | 1     | 36          | 0,5       | 18          | 0,5       | 18          |
| Контактная самостоятельная работа            | 1,1   | 0,2         | 0,55      | 0,2         | 0,55      | -           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 39,8        |           | 19,8        |           | 20          |
| Виды контроля:                               |       |             |           |             |           |             |
| Зачет                                        |       |             | +         | +           |           |             |
| Экзамен                                      | 1     | 36          | -         | -           | 1         | 36          |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1     | 0,4         | -         | -           | 1         | 0,4         |
| Подготовка к экзамену.                       |       | 35,6        |           | -           |           | 35,6        |
| Вид итогового контроля:                      |       |             | Зачет     |             | Экзамен   |             |

| Вид учебной работы                           | Всего |             | Семестр   |             |           |             |
|----------------------------------------------|-------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
|                                              |       |             | 2 семестр |             | 3 семестр |             |
|                                              | ЗЕ    | Астр.<br>ч. | ЗЕ        | Астр.<br>ч. | ЗЕ        | Астр.<br>ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                | 5     | 135         | 2         | 54          | 3         | 81          |
| Контактная работа – аудиторные занятия:      | 1,9   | 51          | 0,95      | 25,5        | 0,95      | 25,5        |
| в том числе в форме практической подготовки  | 1,4   | 37,5        | 0,7       | 18,75       | 0,7       | 18,75       |
| Лекции                                       | 0,5   | 13,5        | 0,25      | 6,75        | 0,25      | 6,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                    | 1,4   | 37,5        | 0,7       | 18,75       | 0,7       | 18,75       |
| в том числе в форме практической подготовки  | 1,4   | 37,5        | 0,7       | 18,75       | 0,7       | 18,75       |
| Самостоятельная работа                       | 2,1   | 57          | 1,05      | 28,5        | 1,05      | 28,5        |
| Рефкрат                                      | 1     | 27          | 0,5       | 13,5        | 0,5       | 13,5        |
| Контактная самостоятельная работа            | 1,1   | 0,15        | 0,55      | 0,15        | 0,55      | -           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |       | 29,85       |           | 14,85       |           | 15          |
| Виды контроля:                               |       |             |           |             |           |             |
| Зачет                                        |       |             | +         | +           |           |             |
| Экзамен                                      | 1     | 27          | -         | -           | 1         | 27          |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1     | 0,3         | -         | -           | 1         | 0,4         |
| Подготовка к экзамену.                       |       | 26,7        |           | -           |           | 26,7        |

|                         |  |       |         |
|-------------------------|--|-------|---------|
| Вид итогового контроля: |  | Зачет | Экзамен |
|-------------------------|--|-------|---------|

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Раздел дисциплины                                                                                                     | Академ. часов |                          |           |            |                          |             |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------|-----------|------------|--------------------------|-------------|
|       |                                                                                                                       | Всего         | в т.ч. в форме пр. подг. | Лекции    | Прак. зан. | в т.ч. в форме пр. подг. | Сам. работа |
| 1.    | <b>Раздел 1. Стеклокристаллические материалы: теоретические основы и технология</b>                                   | 72            | 25                       | 9         | 25         | 25                       | 38          |
| 2.    | <b>Раздел 2. Композиционные материалы на основе стекол и силикатных материалов: теоретические основы и технологии</b> | 72            | 25                       | 9         | 25         | 25                       | 38          |
|       | <b>ИТОГО</b>                                                                                                          | <b>144</b>    | <b>50</b>                | <b>18</b> | <b>50</b>  | <b>50</b>                | <b>76</b>   |
|       | <b>Экзамен</b>                                                                                                        | <b>36</b>     |                          |           |            |                          |             |
|       | <b>ИТОГО</b>                                                                                                          | <b>180</b>    |                          |           |            |                          |             |

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### Раздел 1. Стеклокристаллические материалы: теоретические основы и технология

Современные стеклокристаллические и композиционные материалы на основе стекла и силикатных материалов: классификация и основные характеристики. Стеклокристаллические и композиционные материалы и их предшественники. Стеклокристаллические материалы на основе ТНСМ технического и строительного назначения: составы, свойства, классификация, уровень и перспективы развития промышленного производства в России. Мировые тенденции развития материаловедения в области стеклокристаллических материалов на основе ТНСМ

Кристаллизация стекол. Современные представления о фазовом разделении в стеклообразующих системах, как основе процесса кристаллизации стекла. Термодинамика и кинетика кристаллизации растворов и расплавов, теория Таммана и расчет кинетики кристаллизации стекол с использованием уравнения Джонсона-Мела-Аврами. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование в стеклах, классификация катализаторов кристаллизации, механизм их действия и принципы подбора.

Взаимосвязь химического и фазового составов со структурой и свойствами стеклокристаллических материалов на основе ТНСМ – общие положения, диаграммами состояния систем, пути управления. Принципы проектирования стеклокристаллических материалов на основе ТНСМ с комплексом заданных физико-химических свойств.

Технология стеклокристаллических материалов технического и строительного назначения. Технологические схемы производства стеклокристаллических материалов на основе ТНСМ по стекольной и керамической (порошковой) технологии: сравнительная характеристика, возможности, достоинства и недостатки. Взаимосвязь процессов спекания и кристаллизации порошков стекла. Формирование заданной структуры стеклокристаллических материалов методами стекольной и керамической технологии.

Технологические свойства кристаллизующихся стекол на основе синтетического сырья, промышленных отходов и горных пород, особенности их варки, формования и

кристаллизации. Разновидности стеклокристаллических материалов – каменное литье, сигран, ситаллоэмали, ситаллоцементы. Технологические параметры и технико-экономические показатели производства различных типов стеклокристаллических материалов на основе ТНСМ

## **Раздел 2. Композиционные материалы на основе стекол: теоретические основы и технологии**

Композиционные материалы на основе ТНСМ стратегического и бытового назначения: составы, свойства, классификация, уровень и перспективы развития промышленного производства в России. Мировые тенденции развития материаловедения в области и композиционных материалов на основе ТНСМ

Базовые принципы разработки КМ. Классификация композиционных материалов по типу, виду, химическому составу матриц и наполнителей, методам получения и назначению, требования к ним и основные характеристики. Неорганические наполнители: состав, структура, свойства и способы получения. Неорганические матрицы: состав, структура, свойства и способы получения.

Роль и влияние межфазной границы матрица-наполнитель на свойства композиционного материала, способы регулирования ее параметров и возможности создания переходного диффузионного слоя между матрицей и наполнителем. Принципы расчета основных параметров композиционного материала, исходя из характеристик матрицы и наполнителя. Согласование технологических и физико-химических свойств матрицы и наполнителя, как основа проектирования композиционного материала.

Композиционные материалы (КМ) на основе стекловидных и стеклокристаллических матриц и неорганических наполнителей: виды материалов, составы, основные характеристики. Дискретные и волокнистые наполнители для стекловидных и стеклокристаллических матриц на основе ТНСМ: составы, критерии оценки, свойства, способы получения и укладки.

Высокопрочные КМ на основе ТНСМ свойства и области применения. Особенности процесса разрушения хрупких материалов и композитов. Прочность и трещиностойкость как ведущие свойства конструктивных КМ. Принципы создания высокопрочных КМ с углеродными, карбидкремниевыми, металлическими и поликристаллическими волокнами, а также с нанонаполнителями (углеродными нанотрубками, графеном и т.п.).

КМ на основе вяжущих материалов и стекловидных наполнителей. Особенности армирования гипса и портландцемента стеклянными волокнами, способы получения стеклоцементных композиций, механизмы старения цемента, упрочненного стекловолокном. Геополимеры на основе природных материалов и промышленных отходов: составы, свойства и технологии композиционных материалов общестроительного назначения.

Методы получения слоистых, волокнистых и дисперсно-упрочненных композиционных материалов

Общая характеристика методов изготовления КМ на основе ТНСМ: технологические схемы и основные параметры. Способы введения и распределения наполнителей в КМ на основе ТНСМ.

Технологические схемы получения КМ методами шликерной пропитки, химического синтеза и пропитки расплавом. Использование методов химического осаждения из газовой фазы (CVD) и паровфазной инфильтрации (CVI) в технологии КМ на основе ТНСМ.

Современные методы порошковой технологии для получения КМ на основе ТНСМ: микроволновое и электроискровое спекание, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, а также технологии горячего прессования, инъекционного формования, литьевого прессования, литья под давлением и экструзии.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                                                                                                  | Компетенции                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                     | Раздел 1 | Раздел 2 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                                                                                                    | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                     |          |          |
| 1                                                                                                  | – теоретические основы катализированной кристаллизации стекол и проектирования стеклокристаллических материалов с заданными свойствами на их основе;                                           |                                                                                                                                                     | +        |          |
| 2                                                                                                  | – принципы разработки композиционных материалов на основе стекловидных и стеклокристаллических матриц и/или наполнителей;                                                                      |                                                                                                                                                     |          | +        |
| 2                                                                                                  | – технологические схемы производства стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ.                                                                                         |                                                                                                                                                     | +        | +        |
|                                                                                                    | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                     |          |          |
| 4                                                                                                  | – формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам стеклокристаллических материалов на основе ТНСМ;                                        |                                                                                                                                                     | +        |          |
| 5                                                                                                  | – проектировать составы композиционных материалов на основе ТНСМ в соответствии с заданными требованиями;                                                                                      |                                                                                                                                                     |          | +        |
| 6                                                                                                  | – выбирать технологию производства стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ                                                                                            |                                                                                                                                                     | +        | +        |
|                                                                                                    | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                     |          |          |
| 7                                                                                                  | – способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ;               |                                                                                                                                                     | +        | +        |
| 8                                                                                                  | – методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ;                          |                                                                                                                                                     | +        | +        |
| 9                                                                                                  | – способностью выстраивать взаимосвязь «состав – структура – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ. |                                                                                                                                                     | +        | +        |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции: |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                     |          |          |
| 10                                                                                                 | – ПК-4. Способен самостоятельно проводить научные исследования, связанные с созданием новых и                                                                                                  | – ПК-4.1. Знает виды ВФМ и технические требования к ним, методы исследования свойств ВФМ и их зависимости от технологических факторов получения ВФМ | +        | +        |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
|    | совершенствованием существующих высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), методов их исследования и проектирования их свойств                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | – ПК-4.2. Умеет анализировать и прогнозировать влияние параметров технологических режимов и условий испытаний и исследований ВФМ и изделий из них на их результаты, в том числе на основе статистических методов с применением вычислительной техники и прикладных программ                                                          |   |   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | – ПК-4.3. Владеет приемами разработки методик исследований микроструктуры, химического и фазового состава ВФМ и испытаний свойств изделий из них, проведения статистического анализа стабильности структуры и свойств ВФМ, разработки алгоритмов обработки результатов испытаний и исследований с использованием прикладных программ |   |   |
| 11 | – Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них (ПК-5).<br>ПК-5. Способен самостоятельно осуществлять разработки, направленные на создание новых и совершенствование существующих<br>– технологических процессов и оборудования производства высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них | – ПК-5.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ                                       | + | + |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | – ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ                                                                                                                                                                                 |   |   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | – ПК-5.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ                                                                      |   |   |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

#### Примерные темы практических занятий по дисциплине

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                 | Часы |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1     | 1.                   | Принципы проектирование состава стеклокристаллических материалов и композитов                                                                             | 3    |
| 2     | 1                    | Критерии подбора вида и содержания каталитической добавки или наполнителя в составе стеклокристаллических и композиционных материалов                     | 3    |
| 3     | 1                    | Применение дифференциально-термического анализа для определения характеристических температур фазовых превращений в кристаллических и аморфных веществах  | 2    |
| 4     | 1                    | Расчет кинетических параметров кристаллизации с использованием уравнения Джонсона-Мела-Аврами                                                             | 3    |
| 5     | 1                    | Определение условий варки и режима кристаллизации стекол для получения оптических и технических ситаллов                                                  | 2    |
| 6     | 1                    | Определение условий варки и режима кристаллизации стекол для получения стеклокристаллических материалов на основе промышленных отходов и природного сырья | 2    |
| 7     | 1                    | Методы направленной кристаллизации стекол: определение содержания каталитической добавки                                                                  | 2    |
| 8     | 1                    | Методы направленной кристаллизации стекол: разработка режима массовой кристаллизации и обработка ее результатов.                                          | 3    |
| 9     | 1                    | Методы направленной кристаллизации стекол: разработка режима двустадийной кристаллизации обработка ее результатов                                         | 3    |



|    |   |                                                                                                                                              |   |
|----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 10 | 1 | Методы направленной кристаллизации стекол: разработка режима градиентной кристаллизации и обработка ее результатов                           | 2 |
| 11 | 2 | Проектирование состава композиционного материала с использованием правила смесей на примере микро- и нано-размерных наполнителей.            | 4 |
| 12 | 2 | Расчет прочности и трещиностойкости композиционных материалов в зависимости от вида и содержания наполнителя                                 | 3 |
| 13 | 2 | Выбор вида и характеристик волокнистого наполнителя и расчет состава композита с использованием стекловидной и стеклокристаллической матрицы | 3 |
| 14 | 2 | Выбор вида и характеристик дисперсного наполнителя и расчет состава композита для порошковой технологии                                      | 3 |
| 15 | 2 | Выбор способа введения дисперсных и волокнистых наполнителей в состав композита.                                                             | 3 |
| 16 | 2 | Выбор и расчет параметров спекания на примере волокнистого композита на основе стеклокристаллической матрицы                                 | 3 |
| 17 | 2 | Выбор и расчет параметров горячего прессования на примере дисперсно-упрочненного композита на основе стеклокристаллической матрицы           | 3 |
| 18 | 2 | Выбор и расчет параметров литья под давлением на примере дисперсно-упрочненного композита на основе стеклокристаллической матрицы            | 3 |

## 6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Химическая технология стеклокристаллических материалов» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 76 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку реферата по тематике курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- 
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзамена по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Совокупная оценка по дисциплине «Химическая технология стеклокристаллических материалов» во 2 семестре складывается из оценок за выполнение 3-х контрольных работ (максимальная оценка 45 баллов), конспекта по англоязычным обзорным статьям по технологии ситаллов (максимальная оценка 5 баллов), работы по проектированию ситаллов (максимальная оценка 20 баллов) и реферата (максимальная оценка 30 баллов). Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен, все баллы набираются в семестре. Вид контроля – зачет.

Совокупная оценка по дисциплине «Химическая технология стеклокристаллических материалов» в 3 семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 45 баллов), реферата (максимальная оценка 15 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы**

Рефераты по курсу выполняются во 2 и 3 семестрах в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата – 30 баллов (2 семестр), 15 баллов (3 семестр).

#### **Раздел 1.**

1. Стеклокристаллические материалы – этапы развития и области применения.
2. Фазовое разделение в стеклообразующих системах как основа процесса кристаллизации стекла.
3. Теория катализированной кристаллизации стекла и ее значение в технологии стеклокристаллических материалов на основе ТНСМ
4. Катализаторы кристаллизации и их роль в технологии ситаллов.
5. Принципы проектирования стеклокристаллических материалов.
6. Оптические ситаллы – составы, свойства и области применения.
7. Жаростойкие и жаропрочные стеклокристаллические материалы на основе ТНСМ.
8. Биоактивные стеклокристаллические материалы медицинского назначения.
9. Стеклокристаллические материалы на основе промышленных отходов: составы, свойства и области применения.

10. Стеклокристаллические материалы на основе горных пород: составы, свойства и области применения.

#### **Раздел 2.**

1. Композиционные материалы на основе стекол и стеклокристаллических материалов и их место в современном мире.
2. Характеристика матриц и наполнителей и критерии выбора состава композиционного материала.
3. Композиционные материалы на основе стекол и стеклокристаллических материалов: механизмы разрушения и параметры оценки.
4. Влияние вида и содержания наполнителя на свойства волокнистых композитов на основе стекол и стеклокристаллических материалов.
5. Высокотемпературные волокнистые композиты на основе стеклокристаллических матриц.
6. Методы получения непрерывных и дискретных неорганических волокон для стекловидных и стеклокристаллических матриц.
7. Высокопрочные дисперсно-упрочненные композиты на основе ТНСМ.
8. Нанонаполнители для стекловидных и стеклокристаллических матриц.
9. Современные методы порошковой технологии композитов на основе ТНСМ.
10. Геополимерные композиционные материалы, армированные волокнами.

#### **8.2. Примерная тематика работы по конспектированию англоязычных обзорных статей**

1. A review of glass ceramic foams prepared from solid wastes: Processing, heavy-metal solidification and volatilization, applications
2. Towards higher electric conductivity and wider phase stability range via nanostructured glass-ceramics processing
3. Bioactive glasses and glass–ceramics for hyperthermia treatment of cancer: state-of-art, challenges, and future perspectives
4. Glass-ceramic phosphors for solid state lighting: A review
5. Fabrication methods of lead titanate glass ceramics and dielectric characteristics: a review
6. Research and Progress of Low-expansion  $\beta$ -eucryptite Composites
7. Enstatite Glass-Ceramics
8. Glass-ceramics in dentistry: A review
9. Mechanical properties of bioactive glasses, ceramics, glass-ceramics and composites: State-of-the-art review and future challenges
10. Transparent glass-ceramics for ballistic protection: Materials and challenges
11. Transparent ceramic and glass-ceramic materials for armor applications
12. Effect of microstructure on the mechanical properties of lithium disilicate glass-ceramics
13. Glass-ceramics: their production from wastes—a review
14. Foam Glass and Foam Materials Based on Ash-Slag Wastes from Thermal Power Plants (Review)
15. Utilization of Coal Fly Ash for the Production of Glass-ceramics With Unique Performances: A Brief Review

#### **8.3. Примерная тематика работы по проектированию ситаллов**

1. Темно-серый шлакоситалл с повышенной термостойкостью и жаропрочностью
2. Износостойкий темно-серый шлакоситалл в системе  $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$
3. Химически стойкий белый шлакоситалл в системе  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$

4. Облицовочный красный шлакоситалл в системе  $\text{Me}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$
5. Облицовочный коричневый шлакоситалл в системе  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$
6. Ситалл на основе отходов с повышенными физико-механическими свойствами в системе  $\text{CaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$
7. Высокопрочный темно-серый шлакоситалл в системе  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$
8. Темно-серый шлакоситалл в системе  $\text{MgO}-\text{CaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  с повышенными механическими свойствами
9. Темно-серый ситалл на основе техногенных отходов в системе  $\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  с повышенной прочностью и абразивоустойчивостью.
10. Белый шлакоситалл с повышенной прочностью и абразивоустойчивостью
11. Высокопрочный петроситалл на основе базальта
12. Мелилитовый шлакоситалл с повышенными физико-механическими свойствами
13. Пироксеновый ситалл с высокой прочностью и химической стойкостью.
14. Высокопрочный ситалл на основе отходов горных пород в системе  $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$

#### **8.4. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрено 6 контрольных работы (по три контрольные работы на каждый раздел). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 15 баллов за каждую.

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 21 балл. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 7 баллов за вопрос.**

##### **Вопрос 1.1.**

1. Поясните причины склонности стекла к кристаллизации?
2. Энергетические причины кристаллизации стекол.
3. Расскажите о понятиях: число центров кристаллизации и линейная скорость роста кристаллов.

##### **Вопрос 1.2.**

1. Фазовое разделение при глушении стекол – общее и отличное с процессом кристаллизации
2. Можно ли рубиновое стекло считать стеклокристаллическим материалом?
3. Что такое фазовое разделение в стеклах, и какие его виды вы знаете?

##### **Вопрос 1.3.**

1. Расскажите о металлических катализаторах и механизме их действия
2. Какие оксиды используют в качестве катализаторов кристаллизации
3. Какие неметаллы могут служить катализаторами кристаллизации?

#### **Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 21 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 7 баллов за вопрос.**

##### **Вопрос 2.1.**

1. Дайте определение стеклокристаллического материала и поясните разницу в структуре технических ситаллов и строительных стеклокристаллических материалов.
2. На какие группы разделяют современные стеклокристаллические материалы?
3. Перечислите основные области применения технических ситаллов

##### **Вопрос 2.2.**

1. Какие кристаллические фазы позволяют получать жаропрочные материалы?
2. Какие кристаллические фазы позволяют получать химически стойкие материалы?
3. Что такое фотоситалл?

**Вопрос 2.3.**

1. Что такое оптический ситалл? В чем его отличие от других стеклокристаллических материалов?
2. Обоснуйте выбор состава прозрачного ситалла с низким коэффициентом расширения
3. Какие основные требования к стеклокристаллическим материалам для изготовления лазерных гироскопов?

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 21 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 7 баллов за вопрос.**

**Вопрос 2.1.**

1. Перечислите основные преимущества стеклокристаллических материалов перед стеклом и керамикой.
2. Расшифруйте названия: «сподуменовый ситалл», «волластонитовый ситалл», «кордиеритовый ситалл»
3. Предложите каталитическую добавку для получения ситаллов в волластонитовой системе.

**Вопрос 2.2.**

1. Приведите технологию сподуменового ситалла и основные параметры варки и кристаллизации стекла.
2. Поясните в чем причины прозрачности оптических ситаллов, и как влияет режим кристаллизации на их светопропускание?
3. Какие изделия из прозрачных ситаллов получают методами литья и прессования?

**Вопрос 2.3.**

1. Перечислите и охарактеризуйте горные породы, пригодные для производства стеклокристаллических материалов.
2. Особенности приготовления шихты в производстве материалов на основе доменных шлаков, зол и горных пород
3. Петроситаллы и особенности их структуры и свойства.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

**Вопрос 4.1.**

1. Расскажите о преимуществах получения стеклокристаллических материалов с помощью технологии спекания
2. Что такое спеченный материал?
3. Основные стадии процесса спекания и их характеристика

**Вопрос 4.2.**

1. Сравните свойства материалов, полученных по стекольной и керамической технологии
2. Расскажите о стадиях процесса спекания аморфных частиц и их взаимосвязи с вязкостными характеристиками спекаемых кристаллизующихся стекол
3. Опишите технологию производства плотноспеченных стеклокристаллических материалов

**Вопрос 4.3.**

1. Области применения плотноспеченных материалов на основе стекла
2. Расскажите о видах и свойствах стеклокристаллических пористых материалов.
3. Расскажите об областях применения пористых материалов на основе стекол

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 5. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

**Вопрос 5.1.**

1. Определение композиционного материала и его отличие от стеклокристаллического
2. Приведите современную классификацию композиционных материалов.
3. Состав композиционного материала, роль матрицы и наполнителя.

**Вопрос 5.2.**

1. Влияние упругих свойств матрицы на характер разрушения композиционных материалов с хрупкими дисперсными наполнителями
2. Виды волокнистых композиционных материалов по способу укладки волокон (односторонние, перекрестные, гибридные)
3. Полимерные матрицы, их свойства и виды материалов на их основе.

**Вопрос 5.3.**

1. Свойства и применение стеклопластиков с короткими волокнами
2. Критерии оценки качества волокнистых композиционных материалов
1. Критерии оценки качества дисперсно-упрочненных композиционных материалов

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 6. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

**Вопрос 6.1.**

1. Принципы проектирования состава и технологии композиционных материалов
2. Требования к матрице и наполнителю в составе материала
3. Технология композитов с непрерывными волокнами, основные стадии

**Вопрос 6.2.**

1. Достоинства и недостатки композиционных материалов с сэндвичевой структурой
2. Сравните свойства волокнистого композиционного материала, измеренные вдоль и поперек расположения волокон
3. Методы предотвращения агрегации микрочастиц в технологии композиционных материалов

**Вопрос 6.3.**

1. Области применения геополимеров и перспективы расширения их составов
2. Критерии оценки качества свойств геополимеров и материалов на их основе
3. Виды композиционных материалов, полученных с использованием золь-гель технологии

**8.5. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр - зачет)**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

**8.6. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр - экзамен)**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса.

1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 30 баллов.

1. Почему стеклообразное состояние вещества характеризуется избытком энергии?
2. Перечислите основные признаки стеклокристаллических и композиционных материалов.
3. В чем состоят основные преимущества стеклокристаллических материалов перед стеклом и керамикой?

4. Поясните названия: «сподуменовый ситалл», «волластонитовый ситалл», «кордиеритовый ситалл».
5. Сравните свойства природных облицовочных материалов мрамора и гранита со свойствами сиграна и белого шлакоситалла.
6. Охарактеризуйте роль матрицы и наполнителя в составе композиционного материала
7. Какие предшественники композиционных материалов вам известны? В чем их сходство и различие с современными композитами?
8. Кристаллизационная способность стеклообразующих расплавов: термодинамические предпосылки и кинетика
9. Фазовое разделение в стеклообразных системах: причины, классификация и составы (про ликвацию)
10. Катализируемая кристаллизация стекла: основные теоретические положения
11. Классификация катализаторов кристаллизации, природа, механизмы действия и принципы подбора.
12. Принципы проектирование ситаллов, взаимосвязь состава с диаграммами состояний.
13. Кривые Таммана и их взаимосвязь с режимом кристаллизации стекол.
14. Классификация стеклокристаллических материалов: составы, свойства и области применения.
15. Оптические ситаллы и шлакоситаллы: сравнительная характеристика их структуры и режимов кристаллизации.
16. Термостойкие и высокопрочные технические ситаллы – фазовый состав и области применения.
17. Стеклокристаллические материалы строительного назначения: составы, свойства и области применения.
18. Литьевая технология стеклокристаллических материалов: сырьевые материалы особенности варки ситалловых стекол.
19. Литьевая технология стеклокристаллических материалов: промышленные отходы, классификация и особенности варки стекол на их основе.
20. Литьевая технология стеклокристаллических материалов: горные породы для каменного литья, характеристика и особенности варки стекол на их основе.
21. Литьевая технология стеклокристаллических материалов: виды и обоснование способов формования.
22. Литьевая технология стеклокристаллических материалов: режимы кристаллизации стекол в промышленных условиях.
23. Керамическая технология стеклокристаллических материалов: спекание и кристаллизация стекол - конкурирующие процессы.
24. Керамическая технология стеклокристаллических материалов: способы подготовки сырья для спекания и оценки его качества.
25. Керамическая технология стеклокристаллических материалов: шликерное литье, характеристики шликеров и кривая усадки.
26. Керамическая технология стеклокристаллических материалов: выбор режима спекания для формирования плотной и пористой структуры.
27. Керамическая технология стеклокристаллических материалов: способы получения высокопористых стеклокристаллических материалов.
28. Композиционные материалы и их место в современном материаловедении.
29. Классификация композиционных материалов по ведущим свойствам и по виду наполнителя.
30. Роль межфазной границы между матрицей и наполнителем, способы ее формирования и регулирования.
31. Особенности разрушения композиционного материала в зависимости от природы матрицы и наполнителя.
32. Классификация матриц для композиционных материалов: природа, основные характеристики и области применения.

33. Классификация наполнителей для композиционных материалов: природа, основные характеристики, особенности применения.
34. Методы введения дисперсных наполнителей в состав композиционного материала.
35. Способы укладки и методы введения волокнистого наполнителя в состав композиционного материала.
36. Композиционные материалы с сэндвичевой структурой – общая характеристика и области применения.
37. Основные параметры оценки дисперсных и волокнистых композиционных материалов.
38. Аморфные и кристаллические непрерывные волокна. Составы и технологии получения.
39. Дискретные аморфные и кристаллические волокна, способы получения.
40. Дисперсные наполнители для композиционных материалов, влияние формы и размера зерен на свойства композиционного материала.
41. Принципы проектирования состава и технологии композиционного материала с заданными характеристиками.
42. Технология волокнистых композитов: влияние параметров способа укладки волокон и параметров шликера на прочностные характеристики композиционного материала.
43. Технология волокнистых наполнителей: влияние способа укладки волокон и вязкости матричного расплава на прочностные характеристики композиционного материала.
44. Достоинства и недостатки технологии дисперсно-упрочненных композиционных материалов: горячего прессования, литья, экструзии и инъекции.
45. Сравнительная характеристика нетрадиционных методов получения композиционных материалов (микроволновое и электроискровое спекание, самораспространяющийся высокотемпературный синтез).
46. Возможности золь-гель технологии в производстве прекурсоров для создания композиционных материалов.
47. Композиционные материалы, упрочненные нанонаполнителями: технологии, свойства, области применения.

Максимальное количество баллов за экзамен (3 семестр) – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

### 8.7. Структура и пример билетов для экзамена (3 семестр)

Экзамен по дисциплине «Химическая технология стеклокристаллических материалов» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам. Пример экзаменационного билета:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>«Утверждаю»<br/>зав. кафедрой ХТСuC</p> <p>_____ В.Н. Сигаев</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Кафедра химической технологии стекла и ситаллов</b>                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>18.04.01 – «Химическая технология»</b>                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Магистерская программа – «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»</b> |
| <b>Химическая технология стеклокристаллических материалов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                       |
| <b>Билет № 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                       |
| <p>1. Оптические ситаллы и шлакоситаллы: сравнительная характеристика их структуры и режимов кристаллизации.</p> <p>2. Классификация наполнителей для композиционных материалов: природа, основные характеристики, особенности применения.</p> <p>3. В чем состоят основные преимущества стеклокристаллических материалов перед стеклом и керамикой?</p> |                                                                                                       |



## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Технология стекла. Справочные материалы. [Текст] / Абрашнев А.С. [и др.]; под ред. П.Д. Саркисова. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. — 647 с.
2. Химическая технология керамики: учебное пособие / ред. И.Я. Гузман. - 2-е изд., испр. и доп. — М.: РИФ "Стройматериалы", 2012. — 493 с.
3. Стрнад, З. Стеклокристаллические материалы [Текст]: перевод с чешского / З. Стрнад. — М.: Стройиздат, 1988. — 255 с.

#### Б. Дополнительная литература

1. Павлушкин, Н.М. Основы технологии ситаллов [Текст]: учеб. пособие / Н.М. Павлушкин. — 2-е изд., доп. и перераб.. — М.: Стройиздат, 1979. — 360 с.
2. Безбородов, М.А. Самопроизвольная кристаллизация силикатных стекол / М.А. Безбородов. — Минск: Наука и техника, 1981 — 247 с.
3. Безбородов, М.А. Стеклокристаллические материалы / М.А. Безбородов. — Минск: Наука и техника, 1982 — 256 с.
4. Бережной, А. И. Ситаллы и фотоситаллы / А. И. Бережной; ред. И. В. Тананаев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1981. — 464 с.
5. Павлушкин, Н.М., Шлакоситаллы: учеб. пособие / Н.М. Павлушкин, П.Д. Саркисов, Л.А. Орлова. — М.: МХТИ, 1977. — 72 с.
6. Саркисов, П.Д. Направленная кристаллизация стекла — основа получения multifunctional стеклокристаллических материалов / П.Д. Саркисов — М.: РХТУ, 1997. — 218 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы» ISSN: 0235-2206
- «Перспективные материалы» ISSN: 1028-978X
- «Journal of Materials Science» Electronic ISSN: 1573-4803; Print ISSN: 0022-2461
- «Journal of Crystal Growth» ISSN: 0022-0248
- «Journal of The American Ceramic Society» ISSN: 1551-2916
- «Ceramics International» ISSN: 0272-8842
- «Journal of the European Ceramic Society» ISSN: 0955-2219
- «Journal of Non-Crystalline Solids» ISSN: 0022-3093
- «Строительные материалы», ISSN 0585-430X
- «ZKG International», ISSN 0949-0205
- «Cement International» ISSN 1810-6199
- «Cement and Concrete Research», ISSN 0958-9465
- «Cement and Concrete Composites», ISSN 0958-9465
- «Construction and Building Materials», ISSN: 0950-0618
- «Физика и химия стекла» ISSN: 0132-6651
- «Стекло и керамика» ISSN: 0131-9582
- «Техника и технология силикатов» ISSN: 2076-0655
- «Неорганические материалы» ISSN: 0002-337X
- «Журнал неорганической химии» ISSN: 0044-457X

Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX; Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

### **9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации лекций интерактивных – 15, (общее число слайдов – 585);
- комплекты образцов стеклокристаллических, керамических, стеклообразных, вязущих, композиционных материалов – 4;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 г. составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химическая технология стеклокристаллических материалов» проводятся в форме контактной и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:**

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения и выходом в интернет, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

### 11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; наборы образцов стеклокристаллических и композиционных материалов; демонстрационные изделия из силикатных материалов.

### 11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры с выходом в Интернет, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; копировальные аппараты.

### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками ТНСМ.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам стеклокристаллических и композиционных материалов; кафедральные библиотеки электронных изданий.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п/п | Наименование программного продукта                                                                                                                          | Реквизиты договора поставки               | Количество лицензий                            | Срок окончания действия лицензии                                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition                                                                                                              | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020     | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | бессрочная                                                                                 |
| 2.    | Microsoft Office Standard 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>• Word</li><li>• Excel</li><li>• Power Point</li><li>• Outlook</li></ul> | Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019    | 150 лицензий для активации на рабочих станциях | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.    | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition                                                                                       | Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024 | -                                              | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование разделов                                                           | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Формы и методы контроля и оценки                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Раздел 1.<br>Стеклокристаллические материалы: теоретические основы и технология | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы катализируемой кристаллизации стекол и проектирования стеклокристаллических материалов с заданными свойствами на их основе;</li> <li>– принципы разработки композиционных материалов на основе стекловидных и стеклокристаллических матриц и/или наполнителей;</li> <li>– технологические схемы производства стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам стеклокристаллических материалов на основе ТНСМ;</li> <li>– проектировать составы композиционных материалов на основе ТНСМ в соответствии с заданными требованиями;</li> <li>– выбирать технологию производства стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ;</li> <li>– методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ;</li> <li>– способностью выстраивать взаимосвязь «состав – структура – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольные работы №1-3 (2 семестр)</p> <p>Оценка за работу на практических занятиях (2 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр) не предусмотрена. Баллы набираются в семестре.</p> |

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Раздел 2.<br/>Композиционные материалы на основе стекол: теоретические основы и технологии</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы катализированной кристаллизации стекол и проектирования стеклокристаллических материалов с заданными свойствами на их основе;</li> <li>– принципы разработки композиционных материалов на основе стекловидных и стеклокристаллических матриц и/или наполнителей;</li> <li>– технологические схемы производства стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к составам, физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам стеклокристаллических материалов на основе ТНСМ;</li> <li>– проектировать составы композиционных материалов на основе ТНСМ в соответствии с заданными требованиями;</li> <li>– выбирать технологию производства стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных достижений в области составов, свойств и технологий стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ;</li> <li>– методологическими подходами к постановке и решению задач по исследованию и разработке современных стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ;</li> <li>– способностью выстраивать взаимосвязь «состав – структура – свойство» и использовать полученные закономерности в технологии стеклокристаллических и композиционных материалов на основе ТНСМ.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольные работы №4-6 (3 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Химическая технология стеклокристаллических материалов»**  
**основной образовательной программы**  
 18.04.01 Химическая технология  
 магистерская программа  
 «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»

Форма обучения: очная

| Номер<br>изменения/<br>дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения<br>изменения/дополнения                        |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
| 2.                                |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |
|                                   |                                 | протокол заседания Ученого<br>совета №_____от<br>«___»_____20__г. |



РХТУ им. Д.И. Менделеева  
 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ  
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Лемешев Дмитрий Олегович  
 Проректор по учебной работе,  
 Ректорат

Подписан: 28:03:2026 14:40:28