

**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 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Практическая биоорганическая химия»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль «Технология органических веществ, химико-  
фармацевтических препаратов и косметических средств»**

**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена доцентом Кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов к.х.н. Поливановой А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрами факультета Химико-фармацевтических технологий и биомедицинских РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Практическая биоорганическая химия» относится к факультативным дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей, неорганической и органической химии.

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся знаний и умений в области практической биоорганической химии, ознакомление их с основными методами качественного биохимического анализа, а также закрепление навыков работы с лабораторным оборудованием.

### Задачи дисциплины:

- ознакомление обучающихся с основными методами качественного биохимического анализа,
- закрепление и углубление материала о строении и свойствах биоорганических молекул, процессах превращения веществ, протекающих в живых клетках.

Дисциплину «Практическая биоорганическая химия» обучающиеся осваивают во втором семестре магистратуры. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Дисциплина «Практическая биоорганическая химия» преподается в 6 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>  |   |   |   |   |
| 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-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов;<br>ПК-3.5 Владеет навыками практической работы в области химии биологически активных веществ и готовых продуктов на их основе | 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.<br>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5). |

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

**Знать:** основные классы природных биологически активных веществ, методы их анализа.

**Уметь:** проводить химические модификации с природными биологически активными веществами, анализировать исходные соединения и полученные продукты реакций.

**Владеть:** препаративными методами качественного физико-химического анализа основных компонентов природных объектов.

### **3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

| <b>Вид учебной работы</b>                          | <b>Объем дисциплины</b> |                |                |
|--|-------------------------|----------------|----------------|
|  | <b>ЗЕ</b>               | <b>Акад.ч.</b> | <b>Астр.ч.</b> |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>2</b>                | <b>72</b>      | <b>54</b>      |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>0,89</b>             | <b>32</b>      | <b>24</b>      |
| Лабораторные работы                                | 0,89                    | 32             | 24             |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 0,89                    | 32             | 24             |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>1,11</b>             | <b>40</b>      | <b>30</b>      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 1,11                    | 39,8           | 29,85          |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       |                         | 0,2            | 0,15           |
| <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         | Лек-<br>ции | Прак.<br>зан. | Лаб.<br>рабо-<br>ты | Сам.<br>рабо-<br>та |
|              | Введение. Основные классы природных соединений. Техника безопасности при проведении лабораторных работ по практической биоорганической химии | 6             | -           | -             | 3                   | 4                   |
| <b>1.</b>    | <b>Раздел 1. Биоэлементный анализ</b>  | <b>19</b>     | -           | -             | <b>9</b>            | <b>10</b>           |
| 1.1          | Озоление биологического материала методом сухого и мокрого сжигания  | 6             | -           | -             | 3                   | 3                   |
| 1.2          | Определение содержания общего азота в растительном материале   | 6,5           | -           | -             | 3                   | 3,5                 |
| 1.3          | Определение содержания общего и неорганического фосфора в растительном материале   | 6,5           | -           | -             | 3                   | 3,5                 |
| <b>2.</b>    | <b>Раздел 2. Структурные компоненты биополимеров</b>   | <b>19</b>     | -           | -             | <b>9</b>            | <b>10</b>           |
| 2.1          | Углеводы. Качественные реакцииmono-, ди-, полисахаридов. Кислотный и ферментативный гидролиз крахмала  | 6,5           | -           | -             | 3                   | 3,5                 |
| 2.2          | Липиды. Качественные реакции липидов, омыление жиров.  | 6,0           | -           | -             | 3                   | 3                   |
| 2.3          | Аминокислоты. Качественные реакции, разделение свободных аминокислот растительного материала методом хроматографии на бумаге                 | 6,5           | -           | -             | 3                   | 3,5                 |
| <b>3.</b>    | <b>Раздел 3. Белки и ферменты</b>  | <b>27</b>     | -           | -             | <b>13</b>           | <b>14</b>           |
| 3.1          | Получение раствора растительного или животного белка и изучение его свойств. Качественные реакции на белки. Денатурация белков.              | 6,0           | -           | -             | 3                   | 3                   |
| 3.2          | Обнаружение ферментов в растительном сырье и определение их активности. Влияние pH на действие ферментов.                                    | 6,0           | -           | -             | 3                   | 3                   |
| 3.3          | Определение содержания витаминов и биологически активных веществ в растительных экстрактах.  | 14,8          | -           | -             | 7                   | 8                   |
| <b>ИТОГО</b> |  | <b>72</b>     | -           | -             | <b>32</b>           | <b>40</b>           |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

**Введение.** Основные классы биологических молекул и подходы к их выделению из биологического сырья и анализу. Метаболизм: основные положения; метаболическая взаимосвязь биологических молекул. Ферменты и основные положения ферментативного катализа. Техника безопасности при проведении лабораторных работ по биоорганической химии.

### **Раздел 1. Биоэлементный анализ.**

- 1.1. Озоление биологического материала методом сухого и мокрого сжигания.
- 1.2. Определение содержания общего азота в растительном материале.
- 1.3. Определение содержания общего и неорганического фосфора в растительном материале.

### **Раздел 2. Структурные компоненты биополимеров.**

2.1 Углеводы: классификация, строение, оптическая изомерия, химические свойства, биологическая роль. Качественные реакции моно-, ди-, полисахаридов. Кислотный и ферментативный гидролиз крахмала.

2.2. Липиды: классификация, строение, химические свойства, биологическая роль. Качественные реакции липидов. Омыление жиров.

2.3 Аминокислоты: классификация, строение, химические свойства, биологическая роль. Качественные реакции, разделение свободных аминокислот растительного материала методом хроматографии на бумаге.

### **Раздел 3. Белки и ферменты.**

3.1. Белки: классификация, строение, химические свойства, биологическая роль. Получение раствора растительного или животного белка и изучение его свойств. Качественные реакции на белки. Денатурация белков.

3.2. Ферменты: классификация, особенности строения и функционирования. Обнаружение ферментов в растительном сырье и определение их активности. Влияние pH на действие ферментов.

3.3. Коферменты и витамины: классификация, строение, биологическая роль и значимость для нормального функционирования организма. Определение содержания витаминов и биологически активных веществ в растительных экстрактах.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел 1  | Раздел 2 | Раздел 3 |
|----|---|---|----------|----------|
|    | <b>Знать:</b>   |   |          |          |
|    | - основные классы природных биологически активных веществ, методы их анализа.   | +   | +        | +        |
|    | <b>Уметь:</b>   |   |          |          |
|    | - проводить химические модификации с природными биологически активными веществами, анализировать исходные соединения и полученные продукты реакций.   | +   | +        | +        |
|    | <b>Владеть:</b>   |   |          |          |
|    | - препаративными методами качественного физико-химического анализа основных компонентов природных объектов.   | +   | +        | +        |
|    | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>  |   |          |          |
|    | <b>Код и наименование ПК</b>  | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>  |          |          |
| 10 | ПК-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов; | +        | +        |
| 11 |   | ПК-3.5 Владеет навыками практической работы в области химии биологически активных веществ и готовых продуктов на их основе                  | +        | +        |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Лабораторные занятия

#### Примерные темы лабораторных занятий по дисциплине

| №<br>п/п | № раздела<br>дисциплины | Наименование лабораторных работ   | Часы |
|----------|-------------------------|---|------|
| 1        | -                       | Введение. Основные классы природных соединений. Техника безопасности при проведении лабораторных работ по практической биоорганической химии      | 3    |
| 2        | 1                       | Озоление биологического материала методом сухого или мокрого сжигания   | 3    |
| 3        | 1                       | Определение содержания общего азота в растительном материале  | 3    |
| 4        | 1                       | Определение содержания общего и неорганического фосфора в растительном материале  | 3    |
| 5        | 2                       | Углеводы. Качественные реакции моно-, ди-, полисахаридов. Кислотный и ферментативный гидролиз крахмала  | 3    |
| 6        | 2                       | Липиды. Качественные реакции липидов, омыление жиров.   | 3    |
| 7        | 2                       | Аминокислоты. Качественные реакции, разделение свободных аминокислот растительного материала методом хроматографии на бумаге                      | 3    |
| 8        | 3                       | Получение раствора растительного или животного белка и изучение его свойств. Качественные реакции на белки. Денатурация белков.                   | 3    |
| 9        | 3                       | Обнаружение ферментов в растительном сырье и определение их активности. Влияние pH на действие ферментов.   | 3    |
| 10       | 3                       | Определение содержания витаминов и биологически активных веществ в растительных экстрактах (часть 1).   | 3    |
| 11       | 3                       | Определение содержания витаминов и биологически активных веществ в растительных экстрактах (часть 2). Подведение итогов лабораторного практикума. | 4    |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Практическая биоорганическая химия» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 38 часов. 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 вводному опросу по дисциплине;
- подготовку к устным опросам при допуске к лабораторным работам;
- подготовку к сдаче отчета по каждой лабораторной работе;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение и проработку пройденного материала. Материал, усвоенный в ходе проведения лабораторных, 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**

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

Для текущего контроля предусмотрен контроль в виде 10 устных опросов при допуске к каждой лабораторной работе. Максимальная оценка за контроль составляет 100 баллов.

**Примеры вопросов для вводного контроля при допуске к лабораторным работам**

#### **Лабораторная работа №1**

##### **Вопрос 1.1.**

1. Общие требования техники безопасности в химической лаборатории.
2. Требования техники безопасности при работе с кислотами.
3. Требования техники безопасности при работе с щелочами.
4. Требования техники безопасности при работе с ЛВЖ.
5. Требования техники безопасности при работе на действующих электроустановках.
6. Требования техники безопасности при работе с аминами.
7. Требования техники безопасности при работе ангидридами кислом.
8. Требования техники безопасности при работе с фосфоорганическими соединениями

##### **Вопрос 1.2.**

1. Перечислите основные классы биоорганических соединений.
2. Уровни организации живой материи.
3. Перечислите и охарактеризуйте основные группы биоэлементов.
4. Углеводы: классификация и биологическая значимость.
5. Липиды: классификация и биологическая значимость.
6. Аминокислоты: классификация и биологическая значимость.
7. Белки: классификация и биологическая значимость.
8. Ферменты: классификация и биологическая значимость.
9. Коферменты: биологическая значимость, приведите два примера ферментативных реакций с участием окислительно-восстановительных коферментов.

#### **Лабораторная работа №2. Озоление биологического материала методом сухого или мокрого озоления.**

1. Для решения каких аналитических задач применяют озоление биологического материала? В чем заключается сущность озоления?

2. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при проведении озоления?

3. Какие виды озоления применяют на практике? Критерии выбора методов для различных аналитических задач.

4. Конечные продукты озоления биологического материала при использовании различных методик.

**Лабораторная работа №3. Определение содержания общего азота в растительном материале**

1. В каких формах азот присутствует в живых тканях?

2. Круговорот азота в живой природе

3. Основные классы азотсодержащих органических соединений

4. На чем основан фотоэлектроколориметрический метод определения азота?

5. Как рассчитывают содержание общего азота в растительном материале?

**Лабораторная работа №4. Определение содержания общего и неорганического фосфора в растительном материале.**

1. В каких формах фосфор присутствует в растительных тканях?

2. Основные фосфорсодержащие биогенные соединения и их биологическая значимость.

3. Фосфорсодержащие макроэргические соединения, природа макроэргичности.

4. Какие подходы используют для определения содержания общего и неорганического фосфора в растительном сырье.

5. На чем основан фотоэлектроколориметрический метод определения фосфора.

**Лабораторная работа №5. Углеводы. Качественные реакцииmono-, ди-, полисахаридов. Кислотный и ферментативный гидролиз крахмала.**

1. Строение углеводов, внутри- и межмолекулярные гликозидные связи (пиранозы, фуранозы, олиго- и полисахариды).

2. Основные химические свойства моносахаридов.

3. Классификация углеводов. Биологическая значимость различных классов углеводов.

4. Окисление и восстановление сахаров. Качественные реакции на сахара.

5. Полисахариды: классификация, качественные реакции, биологическая значимость.

6. Химизм кислотного гидролиза крахмала. В чем заключается принципиальная разница между ферментативным и кислотным гидролизом крахмала.

7. Полисахариды. Строение целлюлозы, крахмала и гликогена. Почему целлюлоза более прочна и более компактна по своей структуре, чем крахмал?

**Лабораторная работа №6. Липиды. Качественные реакции липидов, омыление жиров.**

1. Классификация липидов. Для каждого класса приведите примеры структурных формул соответствующих углеводородов.

2. Химические свойства липидов. Качественные реакции на насыщенные и ненасыщенные жиры.

3. Процесс омыления жиров: механизм реакции, особенности процесса, практическая значимость.

4. Биологическая значимость различных классов липидов. Связь структуры липидов с их физико-химическими свойствами.

5. Строение и функции биомембран. Сравнительная характеристика молекулярного состава плазматической мембраны нейрона, эритроцита и внутренней мембраны митохондрий.

6. Роль производных жирных кислот в построении биологических мембран, основные насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты в составе липидов мембран.

**Лабораторная работа №7. Аминокислоты. Качественные реакции, разделение свободных аминокислот растительного материала методом хроматографии на бумаге.**

1. Биогенные аминокислоты, химические свойства и биологическая значимость.

2. Общее строение и основные классы протеиногенных аминокислот, их роль в формировании третичной структуры белков.

3. Для чего предназначен метод распределительной хроматографии на бумаге и на чем он основан?

4. Как рассчитывают коэффициент распределения и от чего он зависит? Какой принцип лежит в основе подбора пар аминокислот-свидетелей?

5. Какие приемы и методы используют для идентификации свободных аминокислот?

**Лабораторная работа №8. Получение раствора растительного или животного белка и изучение его свойств. Качественные реакции на белки. Денатурация белков.**

1. Структурные уровни упаковки белковых молекул. Какие типы связей используются при формировании каждого уровня.

2. Нативная конформация белка. Факторы, нарушающие нативную конформацию.

3. Классификация и функции белков.

4. Высаливание белкового раствора и механизмы этого процесса.

5. Строение и характеристика пептидной связи. Качественные реакции на белки.

6. Чем обусловлена способность белков вступать в разнообразные качественные реакции? Для решения каких задач на практике используют качественные реакции на белки и аминокислоты?

**Лабораторная работа №9. Обнаружение ферментов в растительном сырье и определение их активности. Влияние рН на действие ферментов.**

1. Классификация ферментов и их биологическая значимость.

2. Строение ферментов и ферментативных комплексов. Особенности ферментативного катализа.

3. Типы ингибирования ферментов. Примеры ингибиторов ферментов.

4. На чем основано обнаружение ферментов каталазы и пероксидазы в картофельном соке?

5. Какие изменения нативной конформации ферментов, приводящие к утрате их активности, происходят при нагревании картофельного сока?

6. Какое значение имеет система антиоксидантной защиты у живых организмов.

7. Основные положения кинетики ферментативного катализа.

8. Какие подходы существуют для оценки активности того или иного фермента?

9. Денатурация и ферментативная активность.

10. Какую реакцию катализирует фермент липаза? Субстратная и реакционная специфичность липазы.

11. Методы оценки ферментативной активности липазы в биологическом сырье.

**Лабораторная работа №10 и 11. Определение содержания витаминов и биологически активных веществ в растительных экстрактах.**

1. Коферменты и простетические группы окислительно-восстановительных реакций. Приведите примеры реакции гидрирования и дегидрирования в катаболических превращениях глюкозы до  $\text{CO}_2$ .

2. Простетические группы и коферменты переноса групп. Приведите примеры ферментативных реакций с участием тиаминпирофосфата и пиридоксальфосфата

3. Простетические группы и коферменты переноса групп. Приведите примеры ферментативных реакций с участием кофермента А и биотина.

4. Биологическая роль водорастворимых витаминов. Витамины группы В.

5. Приведите схемы образования соответствующих коферментов из витаминов:  $\text{B}_1$ ,  $\text{B}_2$ ,  $\text{B}_3$ ,  $\text{B}_5$  (РР),  $\text{B}_6$  и  $\text{B}_9$ .

6. АТФ как источник химической энергии клеток. Строение, причины макроэргичности. Механизм работы АТФ-зависимых ферментов.

7. Какие физико-химические методы можно использовать для определения витаминов и биологически активных веществ в растительном и животном сырье.

## **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачёт с оценкой)**

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет для зачета с оценкой содержит три вопроса из разных разделов дисциплины. Оценка за 1 вопрос составляет 15 баллов, за вопрос 2 – 15 баллов, за вопрос 3 – 10 баллов.

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

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: Учеб. пособие - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 229 с.
2. В.Эллиот, Д.Эллиот, Биохимия и молекулярная биология, М.: Изд. НИИ Биомедицинской химии РАМН, 2002. – 366 с. (Базовый учебник).

#### **Б. Дополнительная литература**

3. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т.1: Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. 3-е изд., испр. М.: Мир, 1985. - 694 с.

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

- Раздаточный иллюстративный материал к лабораторным занятиям.
- Научно-технические журналы:
- Журнал «Биоорганическая химия» ISSN 0132-3423
  - Журнал «Биохимия» ISSN 0320-9725
  - Журнал «Молекулярная биология» ISSN 0026-8984
  - Журнал «Биомедицинская химия» ISSN 1990-7508
  - Журнал «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии» ISSN 1560-9596
- Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
- Ресурсы American Chemical Society: <http://www.acs.org/content/acs/en.html/>
  - Ресурсы Royal Society of Chemistry: <http://pubs.rsc.org/>
  - Ресурсы Издательства Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
  - Ресурсы ELSEVIER: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

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

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 73);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 44).
- образовательные технологии и средства освоения дисциплины, которые используются при переходе на ЭО и ДОТ: сочетание технологий (работа по E-mail, работа в мессенджере WhatsApp, ЭИОС, проведение занятий в режиме онлайн через программы Discord, Zoom, Skype).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-

методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 15.05.2019 г.).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 15.05.2019 г.).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 15.05.2019 г.).

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.openedu.ru> (дата обращения: 15.05.2019 г.).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 15.05.2019 г.).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 15.05.2019 г.)..

## **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 «Практическая биоорганическая химия» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

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

Химическая лаборатория, оснащенная вытяжными шкафами, лабораторными столами, техническими весами (до 3-го знака), роторно-пленочными испарителями, магнитными мешалками с подогревом, водоструйными насосами, сушильным шкафом, расходными материалами (лабораторная посуда, реагенты, растворители).

Лаборатория для проведения лабораторных работ, оборудованная, лабораторной мебелью, лабораторной посудой и следующим оборудованием: весы аналитические; спектрофотометр (УФ и видимая области спектра), CINTRA 101; фотоэлектроколориметр, КФК-3-0,1, Россия, ЗОЗМ; жидкостные хроматографы микроколоночные с управляющими ноутбуками («МИЛИХРОМ А-02 – 2 шт., «АЛЬФАХРОМ» - 1 шт.) (ЗАО «Институт хроматографии», г. Новосибирск); система капиллярного электрофореза «Капель-105М», Россия, Люмэкс; pH-метр, укомплектованный комбинированным стеклянным электродом, РСЕ-228; кондуктометр, Эконикс-Эксперт 002, «Эконикс-эксперт»; настольная миницентрифуга, Eppendorf.

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

Наглядный иллюстративный материал по оформлению и представлению различных видов информации в отчетах по экспериментальной исследовательской работе, образцы биологически активных веществ, эталонные спектры чистых соединений.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

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

| №<br>п/п | Наименование<br>программного продукта | Реквизиты<br>договора<br>поставки     | Примечание   | Срок окончания<br>действия<br>лицензии |
|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| 1.       | Micosoft Office Standard 2013         | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. | бессрочная                             |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| 2. | Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3. | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.   | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 4. | «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   |
|--|--|--|
| Введение. Основные классы природных соединений. Техника безопасности при проведении лабораторных работ по практической биоорганической химии | <p><i>Знает:</i> основные классы природных биологически активных веществ, методы их анализа.</p> <p><i>Умеет:</i> проводить химические модификации с природными биологически активными веществами, анализировать исходные соединения и полученные продукты реакций.</p> <p><i>Владеет:</i> препаративными методами качественного физико-химического анализа основных компонентов природных объектов.</p> | <p>Оценка за входной контроль</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>                           |
| Раздел 1. Биоэлементный анализ   | <p><i>Знает:</i> основные классы природных биологически активных веществ, методы их анализа.</p> <p><i>Умеет:</i> проводить химические модификации с природными биологически активными веществами, анализировать исходные соединения и полученные продукты реакций.</p> <p><i>Владеет:</i> препаративными методами качественного физико-химического</p>  | <p>Оценки за устные опросы к лабораторным работам 2,3,4</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | анализа основных компонентов природных объектов.   |  |
| <b>Раздел 2. Структурные компоненты биополимеров</b> | <p><i>Знает:</i> основные классы природных биологически активных веществ, методы их анализа.</p> <p><i>Умеет:</i> проводить химические модификации с природными биологически активными веществами, анализировать исходные соединения и полученные продукты реакций.</p> <p><i>Владеет:</i> препаративными методами качественного физико-химического анализа основных компонентов природных объектов.</p>   | <p>Оценки за устные опросы к лабораторным работам 5,6,7</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>     |
| <b>Раздел 3. Белки и ферменты</b>                    | <p><i>Знает:</i> основные классы природных биологически активных веществ, методы их анализа.</p> <p><i>Умеет:</i> проводить химические модификации с природными биологически активными веществами, анализировать исходные соединения и полученные продукты реакций.</p> <p>– <i>Владеет:</i> препаративными методами качественного физико-химического анализа основных компонентов природных объектов.</p> | <p>Оценки за устные опросы к лабораторным работам 8,9,10,11</p> <p>Оценка за зачет 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 – 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**  
**«Практическая биоорганическая химия»**  
**основной образовательной программы**  
**по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология,**  
**профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов**  
**и косметических средств»**

**Форма обучения: очная**

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                       |
|----------------------------|---------------------------------|---|
| 1.                         |                                 | 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. |
|                            |                                 | 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 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Современные методы физико-химического анализа биологически активных веществ»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»**

**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.  
Авторы программы: к.х.н., доцент Ощепков М.С., к.х.н., доцент Ермоленко Ю.В., к.х.н.,  
доцент Ткаченко С.В., к.х.н. доцент Поливанова А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии  
биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Современные методы физико-химического анализа биологически активных веществ»** относится к общим дисциплинам части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области аналитической, физической и колloidной химии.

**Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся систему теоретических знаний и базовых практических навыков использования современных инструментальных методов, применяемых для анализа биологически активных веществ, обеспечивающие им способность самостоятельного выбора необходимой совокупности методов анализа для решения конкретных аналитических задач.

### Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области анализа органических веществ, необходимых для самостоятельного решения прикладных задач;
- приобретение практических навыков работы на современном аналитическом оборудовании.

Дисциплина **«Современные методы физико-химического анализа биологически активных веществ»** преподается в 6-м 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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.2 Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач<br>УК-1.3 Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач |

**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>  |   |   |  |  |
| 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-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов;<br>ПК-3.4 Умеет выбирать оптимальные методы и средства проведения аналитических исследований для решения конкретных задач в области синтеза биологически активных веществ и производства готовых продуктов на их основе; | 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.<br>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.<br>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5). |

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основные законы, лежащие в основе современных методов физико-химического анализа биологически активных веществ различных классов;
- основную терминологию, относящуюся к современным методам физико-химического анализа биологически активных веществ;
- основные приемы проведения эксперимента в области анализа биологически активных веществ различных классов.

*Уметь:*

- применять полученные в ходе изучения дисциплины знания для решения прикладных задач, связанных со своей дальнейшей профессиональной деятельностью;
- самостоятельно выбирать аналитические методы, пригодные для решения конкретных прикладных задач.

*Владеть:*

- практическими навыками, необходимыми для решения прикладных задач в области инструментального анализа биологически активных веществ.

### 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>1,33</b>            | <b>48</b>  | <b>36</b>    |
| Лекции   | 0,44                   | 16         | 12           |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,44                   | 16         | 12           |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,44                   | 16         | 12           |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,44                   | 16         | 12           |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,44                   | 16         | 12           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,42</b>            | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 1,42                   | 51         | 38,25        |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                        |            |              |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | <b>0,25</b>            | <b>9</b>   | <b>6,75</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 0,25                   | 0,2        | 0,15         |
| Подготовка к зачету с оценкой                  |                        | 8,8        | 6,6          |
| <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    | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Прак.<br>зан. | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Лаб.<br>работы | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Сам.<br>работа |
| 1.                               | <b>Спектроскопические методы анализа органических веществ</b>     | <b>47</b>     | <b>12</b>                      | <b>10</b> | -                              | 8             | 8                              | 4              | 4                              | 25             |
| 1.1                              | Введение. Общие вопросы метрологии                                | 3             | -                              | 2         | -                              | -             | -                              | -              | -                              | 1              |
| 1.2                              | Молекулярная спектроскопия  | 20            | 8                              | 4         | -                              | 4             | 4                              | 4              | 4                              | 8              |
| 1.3                              | Спектроскопия ядерного магнитного резонанса                       | 12            | 2                              | 2         | -                              | 2             | 2                              | -              | -                              | 8              |
| 1.4                              | Масс-спектрометрия  | 12            | 2                              | 2         | -                              | 2             | 2                              | -              | -                              | 8              |
| 2.                               | <b>Хроматографические методы анализа органических веществ</b>     | <b>29</b>     | <b>12</b>                      | <b>4</b>  | -                              | <b>4</b>      | <b>4</b>                       | <b>8</b>       | <b>8</b>                       | <b>13</b>      |
| 2.1                              | Общая теория хроматографии  | 5             | -                              | 2         | -                              | -             | -                              | -              | -                              | 3              |
| 2.2                              | Газовая хроматография   | 17            | 6                              | -         | -                              | 2             | 2                              | 4              | 4                              | 5              |
| 2.3                              | Высокоэффективная жидкостная хроматография и др. методы           | 13            | 6                              | 2         | -                              | 2             | 2                              | 4              | 4                              | 5              |
| 3.                               | <b>Электрохимические методы анализа органических веществ</b>      | <b>23</b>     | <b>8</b>                       | <b>2</b>  | -                              | <b>4</b>      | <b>4</b>                       | <b>4</b>       | <b>4</b>                       | <b>13</b>      |
| 3.1                              | Общая классификация электрохимических методов.<br>Потенциометрия. | 5             | -                              | 2         | -                              | -             | -                              | -              | -                              | 3              |
| 3.2                              | Кондуктометрия, вольтамперометрия, кулонометрия                   | 11            | 6                              | -         | -                              | 2             | 2                              | 4              | 4                              | 5              |
| 3.3                              | Капиллярный электрофорез  | 7             | 2                              | -         | -                              | 2             | 2                              | -              | -                              | 5              |
| <b>ИТОГО</b>                     |   | <b>99</b>     | <b>32</b>                      | <b>16</b> | -                              | <b>16</b>     | <b>16</b>                      | <b>16</b>      | <b>16</b>                      | <b>51</b>      |
| <b>Контроль: зачет с оценкой</b> |   | <b>9</b>      | -                              | -         | -                              | -             | -                              | -              | -                              | -              |
| <b>ИТОГО</b>                     |   | <b>108</b>    | -                              | -         | -                              | -             | -                              | -              | -                              | -              |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Спектроскопические методы анализа органических веществ

1.1. Введение. Аналитический сигнал в физико-химических (инструментальных) методах анализа (ФХМА). Понятия о чувствительности и селективности ФХМА. Основные метрологические характеристики метода анализа. Классификация ФХМА. Основы теории взаимодействия электромагнитного излучения с атомами и молекулами. Атомные и молекулярные спектры поглощения и излучения. Классификация спектральных методов анализа. Введение в атомную спектроскопию.

1.2. Молекулярная спектроскопия. Спектроскопия в ультрафиолетовом (УФ) и видимом диапазоне. Блок-схема спектрофотометра. Вид и положение полос поглощения, типы электронных переходов, природа поглощения света. Законы поглощения света веществом, ограничения. Влияние растворителя и температуры на вид полос поглощения. Способы изображения спектров, терминология. Понятие хромофорной системы. Поглощение ароматических и гетероароматических соединений, влияние заместителей, конденсированных ядер. Исследование органических соединений с помощью УФ-спектроскопии: изучение структуры, взаимодействие хромофоров, стерические эффекты, водородная связь.

Инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия). Условия характеристичности частот. Типы колебаний и интенсивность полос поглощения. Зависимость частоты колебания от массы атомов и кратности связи. Основные области ИК спектра.

Флуоресцентная спектроскопия. Типы флуоресцентных соединений и классы органических люминофоров. Флуоресценция и конкурирующие процессы. Диаграмма Яблонского. Блок-схема спектрофлуориметра. Стоксов сдвиг. Квантовый выход флуоресценции. Факторы, влияющие на флуоресценцию. Области применения: флуоресцентные сенсоры на катионы металлов и анионы.

1.3. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Сущность метода ЯМР, возможности, особенности, ограничения. Спин ядра, ориентация ядерного спина в магнитном поле. Условие резонанса и его экспериментальное обнаружение. Константа экранирования, абсолютный и относительный химический сдвиги. Эталоны, развертка по полю и по частоте. Зависимость химического сдвига от  $H_0$ . Влияние на химический сдвиг гибридизации атома углерода и электронных эффектов заместителей, температуры, концентрации, кислотности среды, растворителя. Спин-спиновое взаимодействие. Мультиплетность сигналов ЯМР. Константы спин-спинового взаимодействия (КССВ): прямые, геминальные, вицинальные и дальние константы, их знак и свойства. Спиновые системы, спектры первого и высших порядков. Ядерный эффект Оверхаузера. Способы упрощения спектров, двойной резонанс, подавление спин-спинового взаимодействия. Динамические эффекты в спектроскопии ЯМР.

1.4. Масс-спектрометрия. Блок-схема масс-спектрометра. Особенности регистрации масс-спектров. Образование молекулярного иона и его фрагментация. Основные закономерности фрагментации органических молекул. Анализ области молекулярного иона. Методы ионизации: электронная ионизация, химическая ионизация, матричная лазерная десорбционная ионизация. Масс-спектры высокого разрешения. Определение элементного состава.

### Раздел 2. Хроматографические методы анализа органических веществ

2.1 Аналитическая хроматография. Классификация аналитических хроматографических методов. Закон распределения в хроматографии. Основные понятия хроматографии. Хроматограмма и ее параметры. Принцип решения задач количественного анализа и идентификации. Эффективность и селективность хроматографического разделения. Общая теория хроматографии.

2.2. Газовая хроматография (ГХ). Блок-схема установки газожидкостной хроматографии. Хроматографические колонки для ГХ. Фазы для ГХ. Особенности

пробоотбора в ГХ. Принципы детектирования в ГХ. Объекты анализа и области применения ГХ.

2.3. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Особенности метода ВЭЖХ. Блок-схема установки ВЭЖХ. Классификация методов ВЭЖХ по механизму разделения. Разрешение пиков в ВЭЖХ и факторы, на него влияющие. Нормально-фазовая и обращено-фазовая ВЭЖХ. Сорбенты и элюенты. Детекторы, используемые в методе. Области применения ВЭЖХ. Понятие и прочих видах хроматографического анализа: ионная, гельпроникающая, плоскостная (тонкослойная и бумажная).

### **Раздел 3. Электрохимические методы анализа органических веществ**

3.1. Электрохимические методы анализа органических веществ. Классификация электрохимических методов анализа по типу электродной реакции, протекающей на электродах: кондуктометрия, потенциометрия, кулонометрия, вольтамперометрия, капиллярный электрофорез. Схема потенциометрического метода анализа. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование органических веществ.

3.2. Кондуктометрия прямая и титрование. Примеры применения в анализе органических веществ. Кулонометрия и вольтамперометрия. Электрохимические автоматические титраторы.

3.3. Капиллярный электрофорез как современный метод анализа органических веществ. Принцип разделения частиц в капилляре. Терминология метода. Капиллярный зонный электрофорез. Примеры использования.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                     | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел 1  | Раздел 2 | Раздел 3 |   |
|-----------------------|--|---|----------|----------|---|
|                       | <b>Знать:</b>  |   |          |          |   |
| 1                     | – основные законы, лежащие в основе современных методов физико-химического анализа биологически активных веществ различных классов;                  | +   | +        | +        |   |
| 2                     | – основную терминологию, относящуюся к современным методам физико-химического анализа биологически активных веществ;                                 | +   | +        | +        |   |
| 3                     | – основные приемы проведения эксперимента в области анализа биологически активных веществ различных классов.   | +   | +        | +        |   |
|                       | <b>Уметь:</b>  |   |          |          |   |
| 4                     | – применять полученные в ходе изучения дисциплины знания для решения прикладных задач, связанных со своей дальнейшей профессиональной деятельностью; | +   | +        | +        |   |
| 5                     | –самостоятельно выбирать аналитические методы, пригодные для решения конкретных прикладных задач.  | +   | +        | +        |   |
|                       | <b>Владеть:</b>  |   |          |          |   |
| 6                     | – практическими навыками, необходимыми для решения прикладных задач в области инструментального анализа биологически активных веществ.               | +   | +        | +        |   |
|                       | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i> |   |          |          |   |
| Код и наименование УК | Код и наименование индикатора достижения   |   |          |          |   |
| 7                     | УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.                | УК-1.2 Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач | +        | +        | + |
|                       |  | УК-1.3 Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач   | +        | +        | + |
| Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК  |   |          |          |   |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | ПК-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов;   | + | + | + |
|   |   | ПК-3.4 Умеет выбирать оптимальные методы и средства проведения аналитических исследований для решения конкретных задач в области синтеза биологически активных веществ и производства готовых продуктов на их основе; | + | + | + |

## 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                    | Методы атомной спектрометрии. Атомно-эмиссионный и атомно-адсорбционный методы анализа для определения примесей в смесях органических веществ. Практические аспекты.   | 2    |
| 2     | 1                    | Методы молекулярной спектрометрии. Практические аспекты применения методов для анализа органических веществ.   | 2    |
| 3     | 1                    | Масс-спектрометрия. Образование молекулярного иона и его фрагментация. Фрагментация основных классов органических соединений.  | 2    |
| 4     | 1                    | Спектроскопия ЯМР и возможности метода в анализе органических соединений. Применение одномерной ЯМР-спектроскопии для идентификации органических молекул в индивидуальном виде и в смесях.   | 2    |
| 5     | 2                    | Методы количественного определения в колоночной хроматографии: метод абсолютной калибровки, метод внутреннего стандарта, метод нормировки. Приемы, применяемые для идентификации веществ в колоночной хроматографии. Газовая хроматография: способы детектирования сигнала в ГХ. Аспекты практического применения ГХ для решения задач в области технологии биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств. | 2    |
| 6     | 2                    | ВЭЖХ. Зависимость удерживания от состава элюента. Режимы элюирования. Аспекты практического применения ВЭЖХ для решения практических задач анализа смесей органических веществ в области технологии биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств.   | 2    |
| 7     | 3                    | Потенциометрический метод анализа. Устройство стеклянного электрода. pH-метрия и потенциометрическое титрование. Кондуктометрическое титрование.   | 2    |
| 8     | 3                    | Вольтамперометрические методы анализа. Принцип качественного и количественного определения. Примеры практического применения для анализа объектов органической природы и их смесей. Кулонометрия. Определение воды по Фишеру с амперометрической и кулонометрической индикацией.   | 2    |

## 6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Современные методы физико-химического анализа биологически активных веществ», а также дает знания об основных практических навыках работы в лаборатории инструментальной аналитической химии БАВ, навыкам работы с программным обеспечением современных аналитических проборов, способах обработки и представления отчетов на основании полученных результатов анализов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов (максимально по 5 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

| №<br>п/п | № раздела<br>дисциплины | Наименование лабораторных работ  | Часы |
|----------|-------------------------|--|------|
| 1        | 1                       | Фотометрическое определение салициловой кислоты по реакции с Fe(III).<br>Определение стехиометрического состава металлорганического комплекса спектрофотометрическим методом.  | 4    |
| 2        | 2                       | Определение кофеина в водном экстракте чая, кофе методом ВЭЖХ.<br>Идентификация пиков компонентов смеси ароматических кислот на хроматограмме и построение градуировочного графика для количественного определения компонента смеси (Работа на тренажере «Жидкостной хроматограф»).<br>Определение салициловой и ацетилсалициловой кислот в составе сточных вод фармацевтического производства методом ВЭЖХ. | 4    |
| 3        | 3                       | Определение кофеина и теобромина в водном экстракте чая, кофе методом капиллярного электрофореза.<br>Определение лекарственной субстанции в составе готовой формы методом капиллярного электрофореза.  | 4    |
| 4        | 3                       | Определение органической кислоты методом потенциометрического титрования.<br>Определение органической кислоты методом кондуктометрического титрования.   | 4    |

## 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 с оценкой 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 40 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. 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, №2 и №3 составляет 18, 12 и 10 баллов соответственно.

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

#### **Вопрос 1.1.**

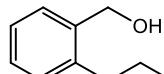
1. Атомно-эмиссионный метод анализа. Принцип метода. Блок-схема метода.
2. Атомно-эмиссионный анализ. Источники возбуждения спектра. Чувствительность определений.
3. Атомно-эмиссионный метод анализа. Принцип качественного анализа.
4. Атомно-эмиссионный метод анализа. Ход количественного анализа. Зависимость аналитического сигнала в методе от концентрации определяемого вещества.
5. Атомно-адсорбционный метод анализа. Принцип метода. Блок-схема метода. Источники излучения.
6. Атомно-адсорбционный метод анализа. Способы атомизации пробы. Чувствительность определений.
7. Атомно-адсорбционный метод анализа. Зависимость аналитического сигнала в методе от концентрации определяемого вещества.
8. Применение методов атомного спектрального анализа в области анализа органических веществ. Примеры.
9. Принципиальная схема устройства спектрофотометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам.
10. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Ограничения и условия применимости закона.
11. Принцип Франка-Кондона и форма полос поглощения в электронных спектрах.
12. Понятие хромофорной системы. Факторы, оказывающие влияние на спектр поглощения.
13. Принципиальная схема устройства спектрофлуориметра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам.
14. Диаграмма Яблонского. Флуоресценция и конкурирующие процессы.

15. Типы флуоресцентных соединений и основные классы органических люминофоров.
16. Стоксов сдвиг. Квантовый выход флуоресценции. Параметры, от которых зависит люминесценция.
17. Коэффициент молярного поглощения. Физический смысл. Факторы, влияющие на его величину.
18. Спектрофотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Беера. Физический смысл коэффициента молярного поглощения. Нарисуйте вид градуировочного графика, характерный для этого метода анализа и укажите на нем коэффициент молярного поглощения.
19. Причины отклонений от линейной зависимости закона Бугера-Ламберта-Бера.
20. Зависимость интенсивности флуоресценции от концентрации флуорофора. Причины отклонений от прямолинейной зависимости. Концентрационный диапазон линейности сигнала.
21. Свойство аддитивности закона Бугера-Ламберта-Бера и связанные с ним ограничения метода спектрофотометрии. Анализ поглощающих свет смесей.
22. Принцип выбора оптимальной длины волны в спектрофотометрическом анализе.
23. Принцип выбора длины кюветы в спектрофотометрическом методе анализа. Зависимость относительной ошибки от величины измеряемого сигнала (поглощения) в спектрофотометрии.
24. Поглощение и пропускание в спектрофотометрии. Связь этих величин.
25. Чувствительность флуориметрического метода анализа. Концентрационный диапазон линейности сигнала. Причины отклонения от линейности в области высоких концентраций.
26. Метрологические характеристики спектрофотометрического метода анализа. Расчет нижней границы определяемых содержаний в этом методе.
27. Приведите классификацию спектральных методов анализа (УФ-видимый диапазон). Приведите наиболее характерные объекты анализа для каждого из приведенных в классификации методов.
28. Поглощение электромагнитного излучения видимого диапазона. Атомные и молекулярные спектры поглощения и аналитическая информация, получаемая с их помощью.
29. ИК-спектроскопия. Вращательные и колебательные спектры поглощения молекул в ИК-диапазоне.
30. Применение ИК-спектроскопии. Аппаратурное оформление метода.

### **Вопрос 1.2.**

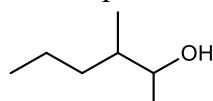
1. Принципиальная схема масс-спектрометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам.
2. Молекулярный ион. Необходимые условия для его определения.
3. Энергия ионизации молекулы и энергия появления иона.
4. Основные закономерности фрагментации органических молекул.
5. Особенности регистрации масс-спектров. Возможности и недостатки масс-спектрометрии.
6. Образование молекулярного иона и его фрагментация.
7. Масс-спектрометрия: молекулярные, изотопные и метастабильные пики.
8. Основные закономерности фрагментации ароматических и гетероароматических молекул.
9. Масс-спектрометрия. Общий вид масс-спектра и анализ области молекулярного иона.
10. Методы ионизации, используемые в масс-спектрометрии.

11. Химическая ионизация, достоинства и недостатки.
12. Электрораспыление особенности метода. Достоинства и недостатки. Области применения.
13. Хроматомасс-спектрометрия, достоинства недостатки.
14. Электронная ионизация. Достоинства и недостатки.
15. Матричная лазерная десорбционная ионизация. Достоинства и недостатки. Области применения.
16. Установление элементного состава молекул.
17. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



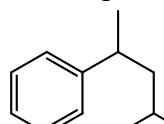
Объясните свой выбор.

18. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



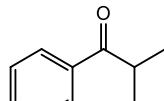
Объясните свой выбор.

19. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



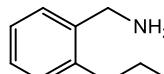
Объясните свой выбор.

20. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



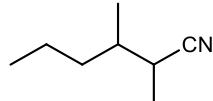
Объясните свой выбор.

21. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



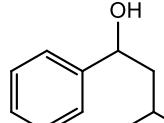
Объясните свой выбор.

22. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



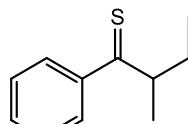
Объясните свой выбор.

23. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



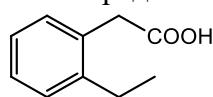
Объясните свой выбор.

24. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



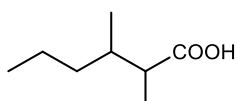
Объясните свой выбор.

25. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



Объясните свой выбор.

26. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



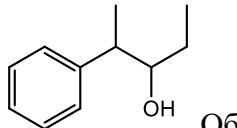
Объясните свой выбор.

27. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



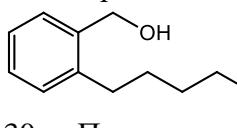
Объясните свой выбор.

28. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



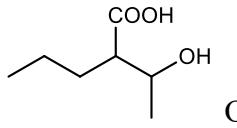
Объясните свой выбор.

29. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



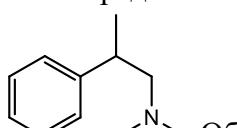
Объясните свой выбор.

30. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



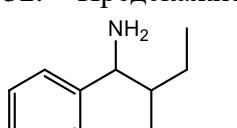
Объясните свой выбор.

31. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



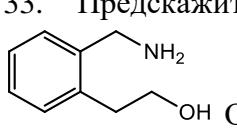
Объясните свой выбор.

32. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



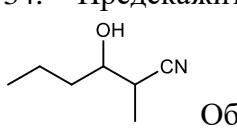
Объясните свой выбор.

33. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



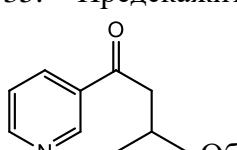
Объясните свой выбор.

34. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



Объясните свой выбор.

35. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



Объясните свой выбор.

### Вопрос 1.3.

1. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам. Магнит, датчик.
2. Понятие ЯМР. Спин, спиновая система. Поведение ядер в магнитном поле. Резонанс: условия и чувствительность

3. Понятие ЯМР. Спин, спиновая система. Химический сдвиг и магнитная эквивалентность ядер.
4. Спин-спиновое взаимодействие. Мультиплетность сигнала. Правила спин-спинового взаимодействия.
5. Спин-спиновое взаимодействие. Константа спин-спинового взаимодействия и параметры, от которых она зависит.
6. Виды ЯМР-спектроскопии. Импульсная спектроскопия. Схема обычного одномерного эксперимента.
7. Импульсная спектроскопия. Виды и назначение РЧ импульсов. Релаксация, релаксационные процессы.
8. Импульсная спектроскопия. Гетероядерная связь. Релаксация. ЯЭО.
9. Импульсная спектроскопия. Гетероядерный НОЕ. Природа и применение в ЯМР-спектроскопии.
10. Принцип двумерной спектроскопии ЯМР. Виды и назначение двумерной спектроскопии ЯМР.
11. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для *n*-этил-*N,N*-диметилбензамида.
12. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-изобутирилбензальдегида.
13. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 4-этил-5-метил-фталевого альдегида.
14. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-(метоксиметил)-бензойной кислоты.
15. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для метил-(*n*-изопропилкетона).
16. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для изобутилацетата.
17. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для бутена-2.
18. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для фенил-этилкетона.
19. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-этил-4-диметиламинобензойной кислоты.
20. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-метил-бутанола-1.
21. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 2-амино-бутанола-1.
22. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-метил-бутаналя.
23. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 2-метил-бутанола-1.
24. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-хлор-пропанола-1.
25. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-метил-бутанена-1.

26. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для этилбензола.
27. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-метил-1-хлор-бензола.
28. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для пропаналя.
29. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для бензилового спирта.
30. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 4-диметиламинобензальдегида.
31. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для пропил-этилкетона.
32. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для бутена-1.
33. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для бутена-2.
34. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 2-аминопентановой кислоты.
35. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для метилизопропилкетона.

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

### **Вопрос 2.1.**

1. Виды классификации хроматографических методов. Проклассифицируйте хроматографические процессы по механизму взаимодействия анализируемого вещества с неподвижной фазой и приведите примеры хроматографических методов.
2. Общая схема хроматографической установки. Понятие о хроматографии как о гибридном методе анализа.
3. Хроматограмма. Нарисуйте ее и укажите параметры хроматограммы. Хроматографические параметры, используемые для качественного и количественного анализа.
4. Мертвое время и мертвый объем. Приведенные параметры, их расчет и физический смысл.
5. Молекулярно – кинетическая теория хроматографии Ван – Деемтера. Уравнение Ван – Деемтера. Объяснить, что отражают коэффициенты A, B, C в уравнении Ван – Деемтера и от каких факторов они зависят. Графическое изображение уравнения Ван – Деемтера.
6. Теория теоретических тарелок. Определение теоретической тарелки. Условия применения теории.
7. Способы увеличения эффективности хроматографического анализа в ВЭЖХ.
8. Изотермы сорбции в хроматографии. Влияние вида изотермы сорбции на форму пика на хроматограмме.
9. Эффективность хроматографического процесса. Критерий эффективности.
10. Селективность хроматографического процесса. Расчетные критерии, позволяющие оценить селективность хроматографического определения.
11. Эффективность и селективность хроматографического разделения. Содержание этих понятий. Способы численного выражения.
12. Принцип идентификации компонентов смеси в колоночной хроматографии. Ответ поясните, нарисовав хроматограмму.
13. Способы количественного анализа в колоночной хроматографии. Метод абсолютной

калибровки. Расчетные формулы и вид градуировочной зависимости.

14. Способы количественного анализа в колоночной хроматографии. Метод внутреннего стандарта. В каких случаях его применяют. Расчетные формулы.

15. Способы количественного анализа в колоночной хроматографии. Метод нормировки. Расчетные формулы. Ограничения применения этого метода.

16. Способы влияния на эффективность хроматографического разделения. Перечислите и поясните каждый.

17. Что такое теоретическая тарелка в хроматографии. Для чего ее рассчитывают? Приведите расчетные формулы.

18. Понятие эффективности. Какой параметр следует рассчитать для того, чтобы сравнить эффективность хроматографического разделения, выполненного по разным методикам? Приведите необходимые расчётные формулы.

19. Понятие селективности. Какие параметры следует рассчитать для того, чтобы сравнить эффективность хроматографического разделения, выполненного по разным методикам? Приведите необходимые расчётные формулы.

20. Нарисуйте общий вид хроматограммы для колоночной хроматографии. Укажите на ней параметры, которые используют для идентификации компонентов смеси.

21. Нарисуйте общий вид хроматограммы для колоночной хроматографии. Укажите на ней параметры, которые используют для количественного определения компонентов смеси.

22. Понятие приведенных хроматографических параметров. Для чего их используют? Приведите расчетные формулы.

23. Поясните понятие «гибридный метод анализа». Приведите пример, используя блок-схему метода.

24. Коэффициент распределения в хроматографии. Смысл и расчетные формулы.

25. Перечислите варианты плоскостной хроматографии. Название методов, основы разделения компонентов смеси, реализуемого в них.

26. Перечислите варианты распределительной хроматографии. Объясните понятие распределительной хроматографии.

27. Приведите 4 различных варианта детекторов, используемых в хроматографии. Поясните принципы их действия. В каких вариантах хроматографии они используются.

28. Изотермы сорбции в бумажной хроматографии. Влияние изотермы сорбции на форму хроматографического пятна.

29. Каков механизм разделения в тонкослойной хроматографии? Ответ поясните, указав фазы в этом методе анализа. Нарисуйте схему определения и вид хроматограммы.

30. Что такое эксклюзационная хроматография? Поясните механизм разделения.

### **Вопрос 2.2.**

1. ВЭЖХ. Особенности ВЭЖХ. Области применения и объекты анализа.

2. ВЭЖХ. Механизмы удерживания в ВЭЖХ. Схема установки ВЭЖХ.

3. Факторы, влияющие на разрешение пиков на ВЭЖХ-хроматограмме. Сравните влияние каждого из факторов. Приведите формулу для оценки разрешения.

4. Датчики, используемые в ВЭЖХ. Их применение. Чувствительность.

5. Принцип подбора состава подвижной фазы в обращено-фазовом варианте ВЭЖХ. Основа, добавки и модификаторы элюента. Ион-парные добавки – примеры и принцип их действия.

6. Режимы подачи элюента в ВЭЖХ. Их применение.

7. Зависимость удерживания от состава элюента в ВЭЖХ. Уравнение Скотта. Классическая графическая зависимость Скотта.

8. Нормальные и обращено-фазовые сорбенты для адсорбционной ВЭЖХ. Принцип классификации. Приведите примеры.

9. Улучшение разделения плохо разделенных пиков на ВЭЖХ-хроматограмме способом улучшения эффективности. Ответ поясните рисунком.

10. Газожидкостная хроматография. Принцип разделения. Классификация метода.
11. Подвижная и неподвижная фазы в ГХ. Требования к ним. Схема установки ГХ.
12. Виды колонок в ГХ.
13. Газожидкостная хроматография. Принцип разделения. Области применения метода. Примеры практического применения.
14. Особенности пробоотбора в ГЖХ. Температурный режим, реализуемый при ГЖХ-определении.
15. Датчики, используемые в ГХ. Принцип их действия. Области применения.
16. Гель-хроматография. Принцип разделения. Выходная кривая гель-хроматографии. Изобразите ее графически.
17. Принцип определения молекулярных масс белов методом гель-проникающей ВЭЖХ. Стандарты. Градуировочный график.
18. Ионообменный механизм удерживания в хроматографии. Ионообменная хроматография. Виды ионообменников.
19. Определение метода ионообменной хроматографии. Типы ионообменных сорбентов. Чем обусловлены кислотно – основные свойства ионообменников? Приведите примеры.
20. Селективность ионного обмена. Обменная емкость ионита.
21. В чем заключается принципиальное отличие ионообменной хроматографии от прочих хроматографических методов. Дайте развернутый ответ.
22. Плоскостная хроматография. Варианты этого метода. Принципы разделения, реализуемые в них. Подвижные и неподвижные фазы. Применение.
23. Бумажная хроматография. Понятие о методе. Подвижная и неподвижные фазы. Области применения. Примеры.
24. Тонкослойная хроматография. Понятие о методе. Подвижная и неподвижные фазы. Области применения. Примеры использования.
25. Возможность разделения двух веществ в бумажной хроматографии. Величины  $R_f$ . Нарисуйте бумажную хроматограмму и объясните расчет  $R_f$ .
26. Бумажная хроматография. Фазы. Механизм удерживания. Примеры разделений.
27. Виды детекторов, используемых в газовой хроматографии. Принципы действия.
28. Виды детекторов, используемых в жидкостной хроматографии. Принципы действия.
29. Ионообменная хроматография. Иониты. Реакции ионного обмена. Применение этого метода в анализе органических веществ.
30. Режимы элюирования в ВЭЖХ. Поясните графически. Преимущества каждого.
31. Классификация колонок в ВЭЖХ. Приведите примеры фаз.

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

**Вопрос 3.1.**

1. Классификация электрохимических методов анализа по типу электродной реакции. Укажите названия и принцип методов.
2. Какие электрохимические методы основаны на использовании электролиза? Назовите их и объясните принцип каждого из них.
3. Какие/какой электрохимические методы\метод основаны на использовании гальванического элемента? Назовите их и объясните принцип.
4. Индикаторные электроды, используемые в потенциометрии. Приведите их классификацию.
5. Потенциометрия. Схема потенциометрической установки. Электроды. Уравнение Нернста.
6. Прямая потенциометрия. Электроды. Градуировочный график в этом методе и связь его с уравнением Нернста.
7. pH-метрия. Электроды. Принцип определения pH растворов. Уравнение Нернста для

стеклянного электрода.

8. Стеклянный электрод. Применение и конструкция.

9. Состав потенциометрической ячейки. Назначение электродов, входящих в потенциометрическую ячейку.

10. Потенциометрическое титрование. Вид кривой потенциометрического титрования. Требования к реакциям, применяемым для потенциометрического титрования.

11. Перечислите все известные Вам методы ЭХМА и кратко охарактеризуйте их принцип действия.

12. Какие методы ЭХМА используются для определения pH? Объясните принцип определения pH растворов.

13. Применение стеклянного электрода. Закон Нернста для стеклянного электрода.

14. Электрод сравнения в потенциометрии. Его назначение. Примеры. Конструкции.

15. Индикаторный электрод в потенциометрии. Его назначение. Примеры. Конструкции.

16. Приведите методы ЭХМА, в которых используется электролиз. Поясните принцип действия каждого из приведенных Вами методов.

17. Приведите методы (метод) ЭХМА, в которых используется измерение электропроводности растворов. Поясните принцип действия каждого из приведенных Вами методов.

18. Приведите примеры кривой потенциометрического титрования. Укажите электроды и вид получаемого аналитического сигнала. Расчеты по кривой.

19. Метод капиллярного электрофореза. Вид выходной кривой.

20. Кулонометрическое титрование при определении кислот. Объясните принцип титрования.

21. Капиллярный электрофорез. Основы метода. Процессы, проходящие в капилляре.

22. Схема движения частиц пробы в капилляре при капиллярном зонном электрофорезе.

23. Электрофорограмма и ее параметры, использующиеся для количественного определения и идентификации.

24. Практическое применение капиллярного электрофореза. Объекты анализа, области использования. Ограничения использования.

25. Объясните принцип миграции ионов в капилляре при осуществлении зонного электрофореза.

26. Почему эффективность капиллярного электрофореза выше ВЭЖХ? Ответ проиллюстрируйте.

27. Детекторы, используемые в установках капиллярного электрофореза. Их чувствительность. Применение детекторов в капиллярном электрофорезе.

28. Вольтамперометрия. Принцип метода. Применение для анализа органических веществ.

29. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Применение для анализа органических веществ.

30. Автоматические титраторы, основанные на ЭХМА в анализе органических веществ. Примеры и принцип действия.

### **Вопрос 3.2.**

1. Кривая титрования соды с потенциометрической индикацией. Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды.

2. Кислотно-основное титрование с потенциометрической индикацией. Нарисуйте вид кривой титрования смеси соляной и уксусной кислот. (Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Титрант – NaOH.

3. Кривая титрования уксусной кислоты щелочью с потенциометрической индикацией. (Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды.

4. Кривая титрования смеси сильной и слабой кислот (соляная и уксусная, Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой

титрования. Укажите использующиеся электроды.

5. Кривая титрования смеси сильной и слабой кислот (соляная и бензойная, Константа кислотной диссоциации бензойной кислоты  $K_1 = 6,3 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды.

6. Кривая титрования смеси сильной и слабой кислот (серная и бензойная, Константа кислотной диссоциации бензойной кислоты  $K_1 = 6,3 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды.

7. Кривая титрования молочной кислоты щелочью с кондуктометрической индикацией. (Константа кислотной диссоциации молочной кислоты  $pK = 3,86$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды.

8. Кондуктометрия. Принцип метода. Зависимость электропроводности от концентрации электролитов (сильных и слабых). Ограничения метода.

9. Кондуктометрическое титрование. Принцип метода. Условия применения этого метода для индикации кривых титрования. Вид кривых титрования. Приведите любой пример титрования и изобразите для него кривую титрования.

10. Кислотно-основное титрование с кондуктометрической индикацией. Нарисуйте вид кривой титрования фосфорной кислоты (Константы кислотной диссоциации  $K_1 = 7,1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_3 = 5,0 \cdot 10^{-13}$ ). Титрант –  $\text{NaOH}$ .

11. Кислотно-основное титрование с кондуктометрической индикацией. Нарисуйте вид кривой титрования смеси соляной и уксусной кислот. (Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Титрант –  $\text{NaOH}$ .

12. Кривая титрования уксусной кислоты щелочью с кондуктометрической индикацией. (Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды.

13. Кривая титрования молочной кислоты щелочью с кондуктометрической индикацией. (Константа кислотной диссоциации молочной кислоты  $pK = 3,86$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды.

14. Кондуктометрическое титрование. Виды кривых кондуктометрического титрования сильных и слабых электролитов и их смесей.

15. Вольтамперометрия. Вольтамперная кривая. Изобразите ее. Качественный и количественный анализ с использованием этого метода.

16. Вольтамперометрия. Схема установки. Электроды, используемые в вольтамперометрии.

17. Возможности вольтамперометрии для количественного и качественного анализа. Ответ поясните графической информации. Уравнение Ильковичка как основа прямой вольтамперометрии.

18. Амперометрическое титрование. Виды кривых амперометрического титрования. Приведите примеры.

19. Определение воды по Фишеру с амперометрической индикацией. Объясните химизм титрования и принцип индикации. Изобразите кривую титрования.

20. Определение воды по Фишеру с кулонометрической индикацией. Объясните химизм титрования и принцип индикации. Изобразите кривую титрования.

21. Нарисуйте электрофорограмму смеси органических ароматических кислот: бензойная, салициловая, ацетилсалициловая, если капилляр заполнен щелочным буфером и к концу капилляра вблизи детектора приложено отрицательное напряжение.

22. Нарисуйте электрофорограмму смеси органических аминов: фениламин и нафтиламин, если капилляр заполнен кислотным буфером и к концу капилляра вблизи детектора приложено отрицательное напряжение.

23. Нарисуйте электрофорограмму водной смеси органических веществ: бензойная кислота и нафтиламин, если капилляр заполнен кислотным буфером и к концу капилляра вблизи детектора приложено отрицательное напряжение.

24. Нарисуйте электрофорограмму водной смеси органических веществ: бензойная кислота и нафтиламин, если капилляр заполнен кислотным буфером и к концу капилляра вблизи детектора приложено отрицательное напряжение.
25. Кривая титрования органической кислоты щелочью с кондуктометрической индикацией. (Константа кислотной диссоциации органической кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-4}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды.
26. Кривая титрования органической кислоты щелочью с потенциометрической индикацией. (Константа кислотной диссоциации органической кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-4}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды.
27. Кривая титрования смеси сильной и слабой кислот (соляная и уксусная, Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды. Потенциометрия.
28. Кривая титрования смеси сильной и слабой кислот (соляная и уксусная, Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите использующиеся электроды. Кондуктометрия.
29. В какой последовательности на ЭФГ появятся пики анионов следующих кислот: бензойная, метилбензойная, этилбензойная. Капилляр заполнен тетраборатным буферным раствором и к концу капилляра вблизи детектора приложено отрицательное напряжение. Нарисуйте вид ЭФГ.
30. В какой последовательности на ЭФГ появятся пики анионов следующих кислот: бензойная, метилбензойная, этилбензойная. Капилляр заполнен кислотным буферным раствором и к концу капилляра вблизи детектора приложено положительное напряжение. Нарисуйте вид ЭФГ.

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачет с оценкой).**

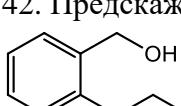
Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов. Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса.

1 вопрос – 12 баллов, 2 вопрос – 12 баллов, 3 вопрос – 16 баллов.

- 1.Атомно-эмиссионный метод анализа. Принцип метода. Блок-схема метода.
- 2.Атомно-эмиссионный анализ. Источники возбуждения спектра. Чувствительность определений.
- 3.Атомно-эмиссионный метод анализа. Принцип качественного анализа.
- 4.Атомно-эмиссионный метод анализа. Ход количественного анализа. Зависимость аналитического сигнала в методе от концентрации определяемого вещества.
- 5.Атомно-адсорбционный метод анализа. Принцип метода. Блок-схема метода. Источники излучения.
- 6.Атомно-адсорбционный метод анализа. Способы атомизации пробы. Чувствительность определений.
- 7.Атомно-адсорбционный метод анализа. Зависимость аналитического сигнала в методе от концентрации определяемого вещества.
- 8.Применение методов атомного спектрального анализа в области анализа органических веществ. Примеры.
- 9.Принципиальная схема устройства спектрофотометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам.
10. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Ограничения и условия применимости закона.
11. Принцип Франка-Кондона и форма полос поглощения в электронных спектрах.
12. Понятие хромофорной системы. Факторы, оказывающие влияние на спектр

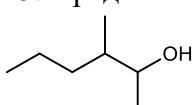
- поглощения.
13. Принципиальная схема устройства спектрофлуориметра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам.
  14. Диаграмма Яблонского. Флуоресценция и конкурирующие процессы.
  15. Типы флуоресцентных соединений и основные классы органических люминофоров.
  16. Стоксов сдвиг. Квантовый выход флуоресценции. Параметры, от которых зависит люминесценция.
  17. Коэффициент молярного поглощения. Физический смысл. Факторы, влияющие на его величину.
  18. Спектрофотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Беера. Физический смысл коэффициента молярного поглощения. Нарисуйте вид градуировочного графика, характерный для этого метода анализа и укажите на нем коэффициент молярного поглощения.
  19. Причины отклонений от линейной зависимости закона Бугера-Ламберта-Бера.
  20. Зависимость интенсивности флуоресценции от концентрации флуорофора. Причины отклонений от прямолинейной зависимости. Концентрационный диапазон линейности сигнала.
  21. Свойство аддитивности закона Бугера-Ламберта-Бера и связанные с ним ограничения метода спектрофотометрии. Анализ поглощающих свет смесей.
  22. Принцип выбора оптимальной длины волны в спектрофотометрическом анализе.
  23. Принцип выбора длины кюветы в спектрофотометрическом методе анализа. Зависимость относительной ошибки от величины измеряемого сигнала (поглощения) в спектрофотометрии.
  24. Поглощение и пропускание в спектрофотометрии. Связь этих величин.
  25. Чувствительность флуориметрического метода анализа. Концентрационный диапазон линейности сигнала. Причины отклонения от линейности в области высоких концентраций.
  26. Метрологические характеристики спектрофотометрического метода анализа. Расчет нижней границы определяемых содержаний в этом методе.
  27. Приведите классификацию спектральных методов анализа (УФ-видимый диапазон). Приведите наиболее характерные объекты анализа для каждого из приведенных в классификации методов.
  28. Поглощение электромагнитного излучения видимого диапазона. Атомные и молекулярные спектры поглощения и аналитическая информация, получаемая с их помощью.
  29. ИК-спектроскопия. Вращательные и колебательные спектры поглощения молекул в ИК-диапазоне.
  30. Применение ИК-спектроскопии. Аппаратурное оформление метода.
  31. Принципиальная схема масс-спектрометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам.
  32. Молекулярный ион. Необходимые условия для его определения.
  33. Энергия ионизации молекулы и энергия появления иона.
  34. Основные закономерности фрагментации органических молекул.
  35. Методы ионизации, используемые в масс-спектрометрии.
  36. Химическая ионизация, достоинства и недостатки.
  37. Электрораспыление особенности метода. Достоинства и недостатки. Области применения.
  38. Хроматомасс-спектрометрия, достоинства недостатки.

39. Электронная ионизация. Достоинства и недостатки.
40. Матричная лазерная десорбционная ионизация. Достоинства и недостатки. Области применения.
41. Установление элементного состава молекул.
42. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



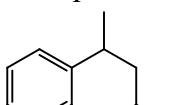
Объясните свой выбор.

43. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



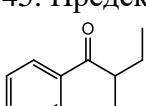
Объясните свой выбор.

44. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



Объясните свой выбор.

45. Предскажите главные направления фрагментации и перегруппировки для:



Объясните свой выбор.

46. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра: назначение, функции и требования, предъявляемые к его элементам. Магнит, датчик.

47. Понятие ЯМР. Спин, спиновая система. Поведение ядер в магнитном поле. Резонанс: условия и чувствительность

48. Понятие ЯМР. Спин, спиновая система. Химический сдвиг и магнитная эквивалентность ядер.

49. Спин-спиновое взаимодействие. Мультиплетность сигнала. Правила спин-спинового взаимодействия.

50. Спин-спиновое взаимодействие. Константа спин-спинового взаимодействия и параметры, от которых она зависит.

51. Виды ЯМР-спектроскопии. Импульсная спектроскопия. Схема обычного одномерного эксперимента.

52. Импульсная спектроскопия. Виды и назначение РЧ импульсов. Релаксация, релаксационные процессы.

53. Импульсная спектроскопия. Гетероядерная связь. Релаксация. ЯЭО.

54. Импульсная спектроскопия. Гетероядерный НОЕ. Природа и применение в ЯМР-спектроскопии.

55. Принцип двумерной спектроскопии ЯМР. Виды и назначение двумерной спектроскопии ЯМР.

56. Предсказать ЯМР 1Н-спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для п-этил-N,N-диметилбензамида.

57. Предсказать ЯМР 1Н-спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-изо-бутирилбензальдегида.

58. Предсказать ЯМР 1Н-спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и

- примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 4-этил-5-метил-фталевого альдегида.
59. Предсказать ЯМР 1Н-спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-(метоксиметил)-бензойной кислоты.
60. Предсказать ЯМР 1Н-спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для метил-(п-изопропилкетона).
61. Предсказать ЯМР 1Н-спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для изобутилацетата.
62. Предсказать ЯМР 1Н-спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для бутена-2.
63. Предсказать ЯМР 1Н-спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для фенил-этилкетона.
64. Предсказать ЯМР 1Н-спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-этил-4-диметиламинобензойной кислоты.
65. Предсказать ЯМР 1Н-спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для 3-метил-бутанола-1.
66. Виды классификации хроматографических методов. Проклассифицируйте хроматографические процессы по механизму взаимодействия анализируемого вещества с неподвижной фазой и приведите примеры хроматографических методов.
67. Общая схема хроматографической установки. Понятие о хроматографии как о гибридном методе анализа.
68. Хроматограмма. Нарисуйте ее и укажите параметры хроматограммы. Хроматографические параметры, используемые для качественного и количественного анализа.
69. Мертвое время и мертвый объем. Приведенные параметры, их расчет и физический смысл.
70. Молекулярно-кинетическая теория хроматографии Ван – Деемтера. Уравнение Ван – Деемтера. Объяснить, что отражают коэффициенты A, B, C в уравнении Ван – Деемтера и от каких факторов они зависят. Графическое изображение уравнения Ван – Деемтера.
71. Теория теоретических тарелок. Определение теоретической тарелки. Условия применения теории.
72. Способы увеличения эффективности хроматографического анализа в ВЭЖХ.
73. Изотермы сорбции в хроматографии. Влияние вида изотермы сорбции на форму пика на хроматограмме.
74. Эффективность хроматографического процесса. Критерий эффективности.
75. Селективность хроматографического процесса. Расчетные критерии, позволяющие оценить селективность хроматографического определения.
76. Эффективность и селективность хроматографического разделения. Содержание этих понятий. Способы численного выражения.
77. Принцип идентификации компонентов смеси в колоночной хроматографии. Ответ поясните нарисовав хроматограмму.
78. Способы количественного анализа в колоночной хроматографии. Метод абсолютной калибровки. Расчетные формулы и вид градуировочной зависимости.

79. Способы количественного анализа в колоночной хроматографии. Метод внутреннего стандарта. В каких случаях его применяют. Расчетные формулы.
80. Способы количественного анализа в колоночной хроматографии. Метод нормировки. Расчетные формулы. Ограничения применения этого метода.
81. ВЭЖХ. Особенности ВЭЖХ. Области применения и объекты анализа.
82. ВЭЖХ. Механизмы удерживания в ВЭЖХ. Схема установки ВЭЖХ.
83. Факторы, влияющие на разрешение пиков на ВЭЖХ-хроматограмме. Сравните влияние каждого из факторов. Приведите формулу для оценки разрешения.
84. Датчики, используемые в ВЭЖХ. Их применение. Чувствительность.
85. Принцип подбора состава подвижной фазы обращено-фазовом варианте ВЭЖХ. Основа, добавки и модификаторы элюента. Ион-парные добавки – примеры и принцип их действия.
86. Режимы подачи элюента в ВЭЖХ. Их применение.
87. Зависимость удерживания от состава элюента в ВЭЖХ. Уравнение Скотта. Классическая графическая зависимость Скотта.
88. Нормальные и обращено-фазовые сорбенты для адсорбционной ВЭЖХ. Принцип классификации. Приведите примеры.
89. Улучшение разделения плохо разделенных пиков на ВЭЖХ-хроматограмме способом улучшения эффективности. Ответ поясните рисунком.
90. Газожидкостная хроматография. Принцип разделения. Классификация метода.
91. Подвижная и неподвижная фазы в ГХ. Требования к ним. Схема установки ГХ.
92. Виды колонок в ГХ.
93. Газожидкостная хроматография. Принцип разделения. Области применения метода. Примеры практического применения.
94. Особенности пробоотбора в ГЖХ. Температурный режим, реализуемый при ГЖХ-определении.
95. Датчики, используемые в ГХ. Принцип их действия. Области применения.
96. Гель-хроматография. Принцип разделения. Выходная кривая гель-хроматографии. Изобразите ее графически.
97. Принцип определения молекулярных масс белов методом гельпроникающей ВЭЖХ. Стандарты. Градуировочный график.
98. Ионообменный механизм удерживания в хроматографии. Ионообменная хроматография. Виды ионообменников.
99. Определение метода ионообменной хроматографии. Типы ионообменных сорбентов. Чем обусловлены кислотно – основные свойства ионообменников? Приведите примеры.
100. Селективность ионного обмена. Обменная емкость ионита.
101. В чем заключается принципиальное отличие ионообменной хроматографии от прочих хроматографических методов. Дайте развернутый ответ.
102. Плоскостная хроматография. Варианты этого метода. Принципы разделения, реализуемые в них. Подвижные и неподвижные фазы. Применение.
103. Бумажная хроматография. Понятие о методе. Подвижная и неподвижные фазы. Области применения. Примеры.
104. Тонкослойная хроматография. Понятие о методе. Подвижная и неподвижные фазы. Области применения. Примеры использования.
105. Возможность разделения двух веществ в бумажной хроматографии. Величины  $R_f$ . Нарисуйте бумажную хроматограмму и объяснить расчет  $R_f$ .
106. Классификация электрохимических методов анализа по типу электродной реакции. Укажите названия и принцип методов.
107. Какие электрохимические методы основаны на использовании электролиза? Назовите их и объясните принцип каждого из них.
108. Какие/какой электрохимические методы\метод основаны на использовании

- гальванического элемента? Назовите их и объясните принцип.
109. Индикаторные электроды, используемые в потенциометрии. Приведите их классификацию.
110. Потенциометрия. Схема потенциометрической установки. Электроды. Уравнение Нернста.
111. Прямая потенциометрия. Электроды. Градуировочный график в этом методе и связь его с уравнением Нернста.
112. pH-метрия. Электроды. Принцип определения pH растворов. Уравнение Нернста для стеклянного электрода.
113. Стеклянный электрод. Применение и конструкция.
114. Состав потенциометрической ячейки. Назначение электродов, входящих в потенциометрическую ячейку.
115. Потенциометрическое титрование. Вид кривой потенциометрического титрования. Требования к реакциям, применяемым для потенциометрического титрования.
116. Кривая титрования соды с потенциометрической индикацией. Изобразите вид кривой титрования. Укажите используемыеся электроды.
117. Кислотно-основное титрование с потенциометрической индикацией. Нарисуйте вид кривой титрования смеси соляной и уксусной кислот. (Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Титрант – NaOH.
118. Кривая титрования уксусной кислоты щелочью с потенциометрической индикацией. (Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите используемыеся электроды.
119. Кривая титрования смеси сильной и слабой кислот (соляная и уксусная, Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите используемыеся электроды.
120. Кривая титрования смеси сильной и слабой кислот (соляная и бензойная, Константа кислотной диссоциации бензойной кислоты  $K_1 = 6,3 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите используемыеся электроды.
121. Кривая титрования смеси сильной и слабой кислот (серная и бензойная, Константа кислотной диссоциации бензойной кислоты  $K_1 = 6,3 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите используемыеся электроды.
122. Кривая титрования молочной кислоты щелочью с кондуктометрической индикацией. (Константа кислотной диссоциации молочной кислоты  $pK = 3,86$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите используемыеся электроды.
123. Кондуктометрия. Принцип метода. Зависимость электропроводности от концентрации электролитов (сильных и слабых). Ограничения метода.
124. Кондуктометрическое титрование. Принцип метода. Условия применения этого метода для индикации кривых титрования. Вид кривых титрования. Приведите любой пример титрования и изобразите для него кривую титрования.
125. Кислотно-основное титрование с кондуктометрической индикацией. Нарисуйте вид кривой титрования фосфорной кислоты (Константы кислотной диссоциации  $K_1 = 7,1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_3 = 5,0 \cdot 10^{-13}$ ). Титрант – NaOH.
126. Кислотно-основное титрование с кондуктометрической индикацией. Нарисуйте вид кривой титрования смеси соляной и уксусной кислот. (Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Титрант – NaOH.
127. Кривая титрования уксусной кислоты щелочью с кондуктометрической индикацией. (Константа кислотной диссоциации уксусной кислоты  $K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите используемыеся электроды.
128. Кривая титрования молочной кислоты щелочью с кондуктометрической индикацией. (Константа кислотной диссоциации молочной кислоты  $pK = 3,86$ ). Изобразите вид кривой титрования. Укажите используемыеся электроды.

129. Кондуктометрическое титрование. Виды кривых кондуктометрического титрования сильных и слабых электролитов и их смесей.
130. Вольтамперометрия. Вольтамперная кривая. Изобразите ее. Качественный и количественный анализ с использованием этого метода.
131. Вольтамперометрия. Схема установки. Электроды, используемые в вольтамперометрии.
132. Возможности вольтамперометрии для количественного и качественного анализа. Ответ поясните графической информации. Уравнение Ильковичка как основа прямой вольтамперометрии.
133. Амперометрическое титрование. Виды кривых амперометрического титрования. Приведите примеры.
134. Определение воды по Фишеру с амперометрической индикацией. Объясните химизм титрования и принцип индикации. Изобразите кривую титрования.
135. Определение воды по Фишеру с кулонометрической индикацией. Объясните химизм титрования и принцип индикации. Изобразите кривую титрования.
136. Кулонометрическое титрование при определении кислот. Объясните принцип титрования.
137. Капиллярный электрофорез. Основы метода. Процессы, проходящие в капилляре.
138. Схема движения частиц пробы в капилляре при капиллярном зонном электрофорезе.
139. Электрофореграмма и ее параметры, использующиеся для количественного определения и идентификации.
140. Практическое применение капиллярного электрофореза. Объекты анализа, области использования. Ограничения использования.
141. Объясните принцип миграции ионов в капилляре при осуществлении зонного электрофореза.
142. Почему эффективность капиллярного электрофореза выше ВЭЖХ? Ответ проиллюстрируйте.
143. Детекторы, используемые в установках капиллярного электрофореза. Их чувствительность. Применение детекторов в капиллярном электрофорезе.
144. Нарисуйте электрофореграмму смеси органических ароматических кислот: бензойная, салициловая, ацетилсалициловая, если капилляр заполнен щелочным буфером и к концу капилляра вблизи детектора приложено отрицательное напряжение.

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 «**Современные методы физико-химического анализа биологически активных веществ**» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

|  |  |
|--|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой ХТБМП<br>_____ М.С. Ощепков<br>«__» ____ 20__г. | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b><br><b>Российский химико-технологический университет</b><br><b>имени Д.И. Менделеева</b><br><b>Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов</b><br><b>Направление подготовки бакалавров</b><br><b>18.03.01 Химическая технология</b><br><b>Профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»</b><br><b>«Современные методы физико-химического анализа биологически активных веществ»</b><br><b>Билет № 1</b> |
|--|--|

1. Принцип определения молекулярных масс белов методом гельпроникающей ВЭЖХ. Стандарты. Градуировочный график.

2. Прямая потенциометрия. Электроды. Градуировочный график в этом методе и связь его с уравнением Нернста.

3. Предсказать ЯМР  $^1\text{H}$ -спектр (мультиплетность, интегральную интенсивность и примерное положение сигнала в ppm для каждого протона) для изобутилацетата.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Петрухин О.М. (ред.), Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов - М.: Химия, 2001. – 497 с. (Базовый учебник).
2. Поливанова А.Г. Высокоэффективная жидкостная хроматография биологически активных веществ. Лабораторный практикум: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2013. - 55 с.
3. Винарский В.А. Юрченко Р.А. Коваленко А.Е., Кузовлев. В. Ю., Гладырев В.В. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектральный анализ: Учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 143с
4. Воловенко Ю.М., Карцев В.Г., Комаров И.В., Туров А.В., Хиля В.П. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса для химиков. «Научное Партнерство», 2011.

#### Б. Дополнительная литература

1. Гэри К. Аналитическая химия: в 2 т.: пер. с англ //М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – Т. 1. – С. 623.
2. Сильверстайн Р, Вебстер Ф., Кимл Д., Спектрометрическая идентификация органических соединений / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с.
3. Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, - 2003. - 493 с.
4. Пентин Ю. А., Курамшина Г. М. Основы молекулярной спектроскопии. – Мир, 2008.
5. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Учебник. – М.: Техносфера, 2008. – 544 с.
6. Кристиан Г. Аналитическая химия (в 2-х томах). Учебник. – М: Лаборатория знаний, 2013, том 1 - 623 с., том 2 - 504 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Радиодокументальный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.
- Научно-технические журналы:
- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия Г 80 – Аналитическая химия.
  - Журнал аналитической химии. ISSN: 0044-4502
  - Journal of Analytical Chemistry. ISSN: 0003-2700
  - Journal of Chromatography A. ISSN: 0021-9673
  - Journal of Mass Spectrometry ISSN: 1076-5174

## **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 методы физико-химического анализа биологически активных веществ» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ 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.

Лаборатория для проведения лабораторных работ, оборудованная, лабораторной мебелью, лабораторной посудой и следующим оборудованием: весы аналитические; спектрофотометр (УФ и видимая области спектра), CINTRA 101; фотоэлектроколориметр, КФК-3-0,1, Россия, ЗОЗМ; жидкостные хроматографы микроколоночные с управляющими ноутбуками («МИЛИХРОМ А-02 – 2 шт., «АЛЬФАХРОМ» - 1 шт.) (ЗАО «Институт хроматографии», г. Новосибирск); система капиллярного электрофореза «Капель-105М», Россия, Люмэкс; рН-метр, укомплектованный комбинированным стеклянным электродом,

PCE-228, Германия; кондуктометр, Эконикс-Эксперт 002, Россия, «Эконикс-эксперт»; настольная миницентрифуга, Eppendorf, Германия.

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

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

### **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.

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами продукции химических производств оптически активных соединений.

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.

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

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки            | Примечание   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|--|--|--|
| 1.    | Microsoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | бессрочная   |
| 2.    | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.    | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

## **12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

| Наименование раздела   | Основные показатели оценки   | Формы и методы контроля и оценки   |
|--|--|--|
| <b>Раздел 1.</b><br>Спектроскопические методы анализа органических веществ | <i>Знает:</i><br>– основные законы, лежащие в основе современных методов физико-химического анализа биологически активных веществ различных классов;<br>– основную терминологию, | Оценка за контрольную работу<br>Оценка за лабораторные работы<br>Оценка за зачет |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>относящуюся к современным методам физико-химического анализа биологически активных веществ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные приемы проведения эксперимента в области анализа биологически активных веществ различных классов.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять полученные в ходе изучения дисциплины знания для решения прикладных задач, связанных со своей дальнейшей профессиональной деятельностью;</li> <li>– самостоятельно выбирать аналитические методы, пригодные для решения конкретных прикладных задач.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками, необходимыми для решения прикладных задач в области инструментального анализа биологически активных веществ.</li> </ul>  |   |
| <p><b>Раздел 2.</b></p> <p>Хроматографические методы анализа органических веществ</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные законы, лежащие в основе современных методов физико-химического анализа биологически активных веществ различных классов;</li> <li>– основную терминологию, относящуюся к современным методам физико-химического анализа биологически активных веществ;</li> <li>– основные приемы проведения эксперимента в области анализа биологически активных веществ различных классов.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять полученные в ходе изучения дисциплины знания для решения прикладных задач, связанных со своей дальнейшей профессиональной деятельностью;</li> <li>– самостоятельно выбирать аналитические методы, пригодные для решения конкретных прикладных задач.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками, необходимыми для решения прикладных задач в области инструментального анализа биологически активных веществ.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу</p> <p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p> |
| <p><b>Раздел 3.</b></p> <p>Электрохимические методы анализа</p>                       | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные законы, лежащие в основе современных методов физико-</li> </ul>   | <p>Оценка за контрольную работу</p>   |

|                      |  |   |
|----------------------|--|---|
| органических веществ | <p>химического анализа биологически активных веществ различных классов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основную терминологию, относящуюся к современным методам физико-химического анализа биологически активных веществ;</li> <li>– основные приемы проведения эксперимента в области анализа биологически активных веществ различных классов.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять полученные в ходе изучения дисциплины знания для решения прикладных задач, связанных со своей дальнейшей профессиональной деятельностью;</li> <li>– самостоятельно выбирать аналитические методы, пригодные для решения конкретных прикладных задач.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками, необходимыми для решения прикладных задач в области инструментального анализа биологически активных веществ.</li> </ul> | <p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за зачет 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 – 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 методы физико-химического анализа биологически активных  
веществ»**

**основной образовательной программы  
по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология,  
профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов  
и косметических средств»**

**Форма обучения: очная**

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Технология готовых лекарственных и препаративных форм»**  
**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**  
**Профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»**  
**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена: старшим преподавателем кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов А.Н. Мыльниковой;

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 года, протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств», рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии органического синтеза РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «*Технология готовых лекарственных и препаративных форм*» относится к дисциплинам по выбору части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, и рассчитана на изучение в 5 семестре. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области дисциплин: «Процессы и аппараты химической технологии», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Материаловедение», «Инженерная графика».

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся систематизированных знаний о технологиях, применяемых при производстве готовых форм лекарственных средств, повышение профессиональных компетенций в области организации и проектирования производства готовых лекарственных и препаративных форм.

**Задача дисциплины** сводится к углубленному изучению основ производства готовых лекарственных форм и препаративных форм лекарственных и агрохимических препаратов с учетом современных требований ГМР.

Дисциплина «*Технология готовых лекарственных и препаративных форм*» преподается в 5 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 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)<br>Обобщенные трудовые функции   |
|--|--|---|--|--|
| <b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>   |  |   |  |  |
| Осуществление вспомогательной научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных задач химической направленности; разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции | Химические вещества, материалы, сырьевые ресурсы, источники профессиональной информации, химические процессы и явления, профессиональное оборудование; документация профессионального и производственного назначения | ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, осуществлять оценку результатов анализа | ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;<br>ПК-1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции<br>ПК-1.3 Владеет современными методами анализа сырья, материалов и качества готовой продукции, навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом. | 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. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н. |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | <p>ПК-3 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов</p> | <p>ПК-3.2 Знает теоретические основы технологических процессов получения биологически активных веществ различных классов и готовых продуктов на их основе, а также нормативные требования, предъявляемые к их производству и обороту</p> | <p>Обобщенная трудовая функция:<br/>А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы;<br/>(уровень квалификации – 5)</p> |
|--|---|--|---|

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- современные тенденции развития технологии биологически активных веществ;
- современные требования GMP к производствам лекарственных препаратов;
- принципы выбора аппаратурного оформления процессов в технологии готовых лекарственных и препаративных форм;
- принципы и методы оптимизации процессов в технологии готовых лекарственных и препаративных форм;
- физико-химические основы современных и перспективных технологий готовых лекарственных и препаративных форм.

*Уметь:*

- критически анализировать и оценивать новые и существующие научные и технологические достижения и гипотезы в химии и химической технологии биологически активных веществ;
- анализировать различные технологии готовых лекарственных и препаративных форм, выбрать наиболее применимую схему проектируемого производства.

*Владеть:*

- современными требованиями GMP к производствам лекарственных препаратов;
- принципами разработки современных технологий готовых лекарственных и препаративных форм.

### **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>0,89</b>      | <b>32</b>  | <b>81</b> |
| Лекции   | 0,44             | 16         | 12        |
| Практические занятия                           | 0,44             | 16         | 12        |
| в том числе в форме практической подготовки    | 0,44             | 16         | 12        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,11</b>      | <b>76</b>  | <b>57</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,11             | 0,2        | 0,15      |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 75,8       | 56,85     |
| <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.<br>в форм<br>е пр.<br>подг. | Лек-<br>ции | в т.ч.<br>в форм<br>е пр.<br>подг. | Прак.<br>зан. | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Лаб.<br>рабо-<br>ты | в т.ч. в<br>форме<br>пр.<br>подг. | Сам.<br>работа |
| <b>1</b>     | <b>Введение</b>  | <b>11</b>     | -                                  | <b>1</b>    | -                                  | -             | -                                 | -                   | -                                 | <b>10</b>      |
| <b>2</b>     | <b>Раздел 1. Основные положения биофармации и GMP.</b>                             | <b>29</b>     | <b>4</b>                           | <b>3</b>    | -                                  | <b>4</b>      | <b>4</b>                          | -                   | -                                 | <b>22</b>      |
| 2.1          | Основные положения биофармации   | 14            | 2                                  | 1           | -                                  | 2             | 2                                 | -                   | -                                 | 11             |
| 2.2          | Международный стандарт GMP в производстве лекарственных препаратов.                | 15            | 2                                  | 2           | -                                  | 2             | 2                                 | -                   | -                                 | 11             |
| <b>3</b>     | <b>Раздел 2. Технология производства твердых и мягких лекарственных форм.</b>      | <b>34</b>     | <b>6</b>                           | <b>6</b>    | -                                  | <b>6</b>      | <b>6</b>                          | -                   | -                                 | <b>22</b>      |
| 3.1          | Технология производства твердых лекарственных форм.                                | 17            | 3                                  | 3           | -                                  | 3             | 3                                 | -                   | -                                 | 11             |
| 3.2          | Мягкие лекарственные формы   | 17            | 3                                  | 3           | -                                  | 3             | 3                                 | -                   | -                                 | 11             |
| <b>4</b>     | <b>Раздел 3. Технология производства жидких и газообразных лекарственных форм.</b> | <b>34</b>     | <b>6</b>                           | <b>6</b>    | -                                  | <b>6</b>      | <b>6</b>                          | -                   | -                                 | <b>22</b>      |
| 4.1          | Технология производства жидких лекарственных форм.                                 | 17            | 3                                  | 3           | -                                  | 3             | 3                                 | -                   | -                                 | 11             |
| 4.2          | Технология производства газообразных лекарственных форм.                           | 17            | 3                                  | 3           | -                                  | 3             | 3                                 | -                   | -                                 | 11             |
| <b>ИТОГО</b> |  | <b>108</b>    | 16                                 | <b>16</b>   | -                                  | <b>16</b>     | 16                                | -                   | -                                 | <b>76</b>      |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Введение**

Современные проблемы химии и технологии биологически активных веществ. Изменения в структуре сырьевой базы технологии биологически активных веществ. Проблемы ресурсо- и энергосбережения и методы их решения.

### **Раздел 1. Основные положения биофармации и GMP**

1.1. Биофармация. Основные положения и ее значение для технологии лекарственных форм. Понятие фармакокинетики, транспорт лекарственных препаратов через клеточные оболочки.

1.2. Международный стандарт GMP: характеристика и области применения. Требования GMP к производствам лекарственных препаратов

### **Раздел 2. Технология производства твердых и мягких лекарственных форм.**

2.1. Таблетирование, дражирование, капсулирование. Исходное сырьё и материалы. Подготовка сырья, материалов. Технологическая цепочка производства. Приготовление готовой лекарственной формы. Технологическая цепочка производства. Упаковка. Оборудование.

2.2. Мази, кремы, гели, суппозитории, линименты. Исходное сырьё и материалы. Подготовка сырья, материалов. Технологическая цепочка производства. Приготовление готовой лекарственной формы. Технологическая цепочка производства. Упаковка. Оборудование.

### **Раздел 3. Технология производства жидких и газообразных лекарственных форм.**

Аэрозоли. Растворы, ампулы, глазные и назальные капли. Настойки, сиропы. Исходное сырьё и материалы. Подготовка сырья, материалов. Технологическая цепочка производства. Приготовление готовой лекарственной формы. Растворы, ампулы, глазные и назальные капли. Технологическая цепочка производства. Розлив и упаковка. Оборудование.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №   | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел 1   | Раздел 2 | Раздел 3 |
|---|--|--|----------|----------|
| <b>Знать:</b>   |  |  |          |          |
| 1   | современные тенденции развития технологии биологически активных веществ  | +  | +        | +        |
| 2   | современные требования GMP к производствам лекарственных препаратов  | +  | +        | +        |
| 3   | принципы выбора аппаратурного оформления процессов в технологии готовых лекарственных и препаративных форм   | +  | +        | +        |
| 4   | принципы и методы оптимизации процессов в технологии готовых лекарственных и препаративных форм  | +  | +        | +        |
| 5   | теоретические основы подготовки сырья в технологии готовых лекарственных и препаративных форм  | +  | +        | +        |
| 6   | физико-химические основы современных и перспективных технологий готовых лекарственных и препаративных форм   | +  | +        | +        |
| <b>Уметь:</b>   |  |  |          |          |
| 7   | критически анализировать и оценивать новые и существующие научные и технологические достижения, и гипотезы в химии и химической технологии биологически активных веществ | +  | +        | +        |
| 8   | анализировать различные технологии готовых лекарственных и препаративных форм, выбрать наиболее применимую схему проектируемого производства                             | +  | +        | +        |
| <b>Владеть:</b>   |  |  |          |          |
| 9   | современными требованиями GMP к производствам лекарственных препаратов   | +  | +        | +        |
| 10  | принципами разработки современных технологий готовых лекарственных и препаративных форм  | +  | +        | +        |
| <b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i></b> |  |  |          |          |
|   | <b>Код и наименование ПК</b>   | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b> |          |          |

|    |  |   |   |   |   |
|----|--|---|---|---|---|
| 11 | <p>ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, осуществлять оценку результатов анализа</p> | <p>ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;</p> <p>ПК-1.2 Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</p> | + | + | + |
| 12 | <p>ПК-3 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов</p>  | <p>ПК-3.2 Знает теоретические основы технологических процессов получения биологически активных веществ различных классов и готовых продуктов на их основе, а также нормативные требования, предъявляемые к их производству и обороту</p>  | + | + | + |

## 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                    | Основные положения биофармации                                     | 2    |
| 2     |                      | Международный стандарт GMP в производстве лекарственных препаратов | 2    |
| 3     | 2                    | Технология производства твердых лекарственных форм.                | 2    |
| 4     |                      | Мягкие лекарственные формы.  | 2    |
| 5     |                      | Текущий контроль по Разделу 2.                                     |      |
| 6     | 3                    | Технология производства жидких лекарственных форм.                 | 2    |
| 7     |                      | Технология производства газообразных лекарственных форм.           | 2    |
| 8     |                      | Текущий контроль по Разделу 3                                      | 2    |

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «*Технология готовых лекарственных и препаративных форм*» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 40 ч в 5 семестре. 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;
- работу с рекомендованной учебной и научной литературой, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- 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 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

### 8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Выполнение рефератов по дисциплине «*Технология готовых лекарственных и препаративных форм*» учебным планом 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 1, 2 и 3 (5 семестр) составляет по 30, 35 и 35 баллов за каждую соответственно (максимальная оценка – 100 баллов).

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 10 баллов за вопрос.**

### **Вопрос 1.1.**

- 1) Технология лекарственных форм как наука. Определение основных понятий технологии лекарственных форм и их взаимосвязь в процессе создания новых лекарственных препаратов. Современные требования, предъявляемые к лекарственным веществам. Основные критерии качества лекарственных средств.
- 2) Существующие системы классификации лекарственных средств. Терапевтическая доза и ее виды. Токсическая и летальная дозы. Классы вспомогательных веществ (по назначению) и предъявляемые к вспомогательным веществам требования.

### **Вопрос 1.2.**

- 1) Чистые производственные помещения. Классы чистоты по ГОСТ Р 52249-2009. Практика создания чистых помещений и предотвращение их загрязнений.
- 2) Требования к воздуху в чистых производственных помещениях.

### **Вопрос 1.3.**

- 1) Требования к персоналу, задействованному в производстве ЛП.
- 2) Требования к оборудованию, задействованному в производстве ЛП.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 35 балла. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 10 баллов за 1 и 2 вопросы и 15 баллов за 3 вопрос.**

### **Вопрос 2.1.**

- 1) Порошки. Достоинства и недостатки лекарственной формы. Требования, предъявляемые к порошкам. Дозирование и упаковка.
- 2) Стадии изготовления порошков. Измельчение. Назначение стадии. Оборудование, принцип работы, достоинства и недостатки.

### **Вопрос 2.2.**

- 1) Таблетирование. Принцип работы эксцентриковой таблеточной машины. Достоинства и недостатки.
- 2) Таблетирование. Принцип работы ротационной таблеточной машины. Достоинства и недостатки. Возможный брак и способы его устранения.

### **Вопрос 2.3.**

- 1) Мягкие лекарственные формы, их классификация и свойства.
- 2) Мази. Определение. Требования к мазям. От чего зависит фармакологический эффект?

**Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 35 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 10 баллов за 1 и 2 вопросы и 15 за третий вопрос.**

### **Вопрос 3.1.**

- 1) Жидкие лекарственные формы. Классификация. Достоинства и недостатки жидких ЛФ. Галеновые и новогаленовые препараты. Производство новогаленовых препаратов.
- 2) Растворы. Достоинства и недостатки ЛФ. Классификация растворов и растворителей. Сырье. Технологии производства растворов. Стадии. Оборудование.

**Вопрос 3.2.**

- 1) Лекарственные средства для парентерального пути введения. Достоинства и недостатки такого пути введения. Инъекционные ЛФ. Виды инъекций. Требования к инъекционным ЛФ. Инфузионные растворы. Особенности производства.
- 2) Сырье для изготовления инъекционных и инфузионных растворов. Производство инъекционных растворов в ампулах.

**Вопрос 3.3.**

- 1) Баллоны и клапанно-распылительные системы.
- 2) Пропелленты и требования, предъявляемые к ним. Основные группы пропеллентов и их характеристика.

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. Мишина Ю.В. Технология и оборудование для производства твердых лекарственных форм/Ю. В. Мишина, Н. В. Меньшутина. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010.
2. Алвес, С. В. Промышленное производство мягких лекарственных форм/ С. В. Алвес, Н. В. Меньшутина. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011
3. Гордиенко, М. Г. Контроль качества на фармацевтических предприятиях, аналитическое оборудование/ М. Г. Гордиенко, Н. В. Меньшутина. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011.
4. Меньшутина, Н. В. Аэрогели - новые наноструктурированные материалы: получение, свойства и биомедицинское/ Н. В. Меньшутина, И. В. Смирнова, П. А. Гуриков. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012.
5. Инновационные технологии и оборудование фармацевтического/ ред. Н. В. Меньшутина. - М.: БИНОМ, 2012 - 2013. Т.2. - 2013. -479 с;
6. Инновационные технологии и оборудование фармацевтического/ ред. Н. В. Меньшутина. - М.: БИНОМ, 2012 - 2013. Т.1. - 2013. -325.
7. Гусева, Е. В. Организация чистых помещений. Применение изоляторных технологий/ Е. В. Гусева, А. Ю. Троянкин, Н. В. Меньшутина. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. - 56 с.

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Матасов, А. В. Системы автоматизированной поддержки принятия решений в задачах химической технологии, экологии и фармацевтики/А. В. Матасов, Н. В. Меньшутина, О. В. Сидоркин. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011.

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «Фармацевтические технологии и упаковка»
- Журнал «Фармацевтическая промышленность»
- «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <https://gmpnews.ru/>
- <http://www.remedium.ru/>

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

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 242);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 32).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЕИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, 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 года 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 «*Технология готовых лекарственных и препартивных форм*» 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**

Учебные пособия по дисциплине.

Раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.

Электронные презентации к разделам лекционного курса.  
Справочные материалы в печатном и электронном виде.

### **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

Мультимедийный проектор в комплекте с ноутбуком, Оверхед проектор Medium 524 P 3-х линзовый.

### **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 полимерных материалов.

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

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе:

| <b>№<br/>п.п.</b> | <b>Наименование программного<br/>продукта</b>  | <b>Реквизиты договора<br/>поставки</b>    | <b>Срок окончания<br/>действия лицензии</b>   |
|-------------------|--|---|---|
| 1.                | WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine   | Контракт № 62-64ЭА/2013<br>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 Each AcademicEdition   | Контракт № 28-35ЭА/2020<br>от 26.05.2020  | бессрочно   |
| 4.                | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: <ul style="list-style-type: none"><li>Word</li><li>Excel</li><li>Power Point</li><li>Outlook</li><li>OneNote</li><li>Access</li><li>Publisher</li><li>InfoPath</li></ul> | Контракт № 28-35ЭА/2020<br>от 26.05.2020  | 12 месяцев<br>(ежегодное продление<br>подписки с правом<br>перехода на<br>обновлённую версию<br>продукта) |
| 5.                | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.   | Контракт № 90-133ЭА/2021<br>от 07.09.2021 | 12 месяцев<br>(ежегодное продление<br>подписки с правом<br>перехода на<br>обновлённую версию<br>продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| <b>Наименование разделов</b>   | <b>Основные показатели оценки</b>   | <b>Формы и методы контроля и оценки</b>     |
|--|---|---|
| <b>Раздел 1. Основные положения биофармации и GMP</b>                        | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные тенденции развития технологии биологически активных веществ;</li> <li>– современные требования GMP к производствам лекарственных препаратов;</li> <li>– теоретические основы подготовки сырья в технологии готовых лекарственных и препаративных форм;</li> <li>– физико-химические основы современных и перспективных технологий готовых лекарственных и препаративных форм.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– критически анализировать и оценивать новые и существующие научные и технологические достижения, и гипотезы в химии и химической технологии биологически активных веществ;</li> <li>– анализировать различные технологии готовых лекарственных и препаративных форм, выбрать наиболее применимую схему проектируемого производства.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современными требованиями GMP к производствам лекарственных препаратов;</li> <li>– принципами разработки современных технологий готовых лекарственных и препаративных форм.</li> </ul> | Оценка за контрольную работу №1 (5 семестр) |
| <b>Раздел 2. Технология производства твердых и мягких лекарственных форм</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы выбора аппаратурного оформления процессов в технологии готовых лекарственных и препаративных форм;</li> <li>– принципы и методы оптимизации процессов в технологии готовых лекарственных и препаративных форм;</li> <li>– теоретические основы подготовки сырья в технологии готовых лекарственных и препаративных форм;</li> </ul>  | Оценка за контрольную работу №2 (5 семестр) |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>– физико-химические основы современных и перспективных технологий готовых лекарственных и препаративных форм.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– критически анализировать и оценивать новые и существующие научные и технологические достижения, и гипотезы в химии и химической технологии биологически активных веществ;</li> <li>– анализировать различные технологии готовых лекарственных и препаративных форм, выбрать наиболее применимую схему проектируемого производства.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современными требованиями GMP к производствам лекарственных препаратов;</li> <li>– принципами разработки современных технологий готовых лекарственных и препаративных форм.</li> </ul>  |  |
| <p><b>Раздел 3.</b></p> <p>Технология производства жидкких и газообразных лекарственных форм</p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы выбора аппаратурного оформления процессов в технологии готовых лекарственных и препаративных форм;</li> <li>– принципы и методы оптимизации процессов в технологии готовых лекарственных и препаративных форм;</li> <li>– теоретические основы подготовки сырья в технологии готовых лекарственных и препаративных форм;</li> <li>– физико-химические основы современных и перспективных технологий готовых лекарственных и препаративных форм.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– критически анализировать и оценивать новые и существующие научные и технологические достижения, и гипотезы в химии и химической технологии биологически активных веществ;</li> <li>– анализировать различные технологии готовых лекарственных и препаративных форм, выбрать наиболее применимую схему</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №3 (5 семестр)</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>проектируемого производства.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современными требованиями GMP к производствам лекарственных препаратов;</li> <li>– принципами разработки современных технологий готовых лекарственных и препаративных форм</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 в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– 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  
«Технология готовых лекарственных и препартивных форм»**

**основной образовательной программы**

по направлению подготовки

18.03.01 Химическая технология

профиль «Технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»

**Форма обучения: очная**

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                              |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1                          |                                 | протокол заседания<br>Ученого совета №_____ от<br>«_____» 20 ____ г. |
| 2                          |                                 | протокол заседания<br>Ученого 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 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Теория технологических процессов тонкого органического синтеза»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»**

**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.  
Автор программы: к.х.н., доц. Ощепков М.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Кафедры химии и технологии  
биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Теория технологических процессов тонкого органического синтеза» относится к дисциплинам по выбору части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области инженерной графики, прикладной механики, процессов и аппаратов химической технологии.

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся систематизированных знаний о количественных закономерностях протекания химических реакций и влиянии различных факторов на скорость и направление взаимодействия, повышение профессиональных компетенций в области технологии тонкого органического синтеза биологически активных веществ.

### Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области проектирования производств биологически активных веществ, необходимых для самостоятельного решения прикладных задач;
- приобретение профессиональных компетенций в области теоретических основ технологии синтетических производств биологически активных веществ.

Дисциплина «Теория технологических процессов тонкого органического синтеза» преподается в 7-м 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   |
|---|---|---|---|--|
| Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой | Химическое, химико-технологическое производство;<br><br>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере | ПК-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.2 Знает теоретические основы технологических процессов получения биологически активных веществ различных классов и готовых продуктов на их основе, а также нормативные требования, предъявляемые к их производству и обороту | 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 |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| <p>техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.</p> | <p>организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p> | <p>ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, осуществлять оценку результатов анализа.</p> | <p>ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции.</p> | <p>востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p> |
|---|--|---|--|--|

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

– Методы организации и проведения кинетических экспериментов при исследовании сложных органических реакций, применяемых в синтезе биологически-активных веществ;

– Методы, использующие корреляционные уравнения, применяемые для исследования кинетики и механизма органических реакций.

*Уметь:*

– Интерпретировать данные, полученные в результате кинетических исследований;

– На основании собственных или литературных данных рассчитывать и предсказывать влияние тех или иных факторов на скорость и направление реакции;

– Планировать кинетические исследования и выбирать оптимальную схему их проведения.

*Владеть:*

– Методами обработки и интерпретации экспериментальных данных, полученных в ходе исследования превращений органических веществ.

### **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>1,78</b>            | <b>64</b>  | <b>48</b>    |
| Лекции   | 1,78                   | 64         | 48           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,97</b>            | <b>71</b>  | <b>53,25</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 1,97                   | 71         | 53,25        |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                        |            |              |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | <b>0,25</b>            | <b>9</b>   | <b>6,75</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 0,25                   | 0,2        | 0,15         |
| Подготовка к зачету с оценкой                  |                        | 8,8        | 6,6          |
| <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  | Академических часов |           |                |
|----------------------------------|--|---------------------|-----------|----------------|
|                                  |  | Всего               | Лекции    | Сам.<br>работа |
| <b>1.</b>                        | <b>Источники сырья для промышленного органического синтеза.</b>                                  | <b>43</b>           | <b>16</b> | <b>27</b>      |
| 1.1                              | Введение и краткий исторический очерк развития химической и фармацевтической промышленности      | 15                  | 6         | 9              |
| 1.2                              | Источники сырья - углехимическое сырье, природный и попутный газ.                                | 13                  | 4         | 9              |
| 1.3                              | Нефть, мировые тенденции развития нефтеперерабатывающей отрасли. Возобновляемое природное сырье. | 15                  | 6         | 9              |
| <b>2.</b>                        | <b>Теоретические основы органической химии</b>   | <b>33</b>           | <b>16</b> | <b>17</b>      |
| 2.1                              | Термодинамические и кинетические условия осуществления реакций.                                  | 12                  | 6         | 6              |
| 2.2                              | Анализ электронной структуры молекул методами квантовой химии. Принцип ЖМКО.                     | 9                   | 4         | 5              |
| 2.3                              | Основные типы реакций, механизм и условия проведения. Уравнение Гаммета. Уравнение Тафта.        | 12                  | 6         | 6              |
| <b>3.</b>                        | <b>Теория основных процессов тонкого органического синтеза.</b>                                  | <b>59</b>           | <b>32</b> | <b>27</b>      |
| 3.1                              | Особенности и правила транспортировки опасных веществ.   | 21                  | 12        | 9              |
| 3.2                              | Удаление, улавливание и утилизация отходов производства органического синтеза.                   | 19                  | 10        | 9              |
| 3.3                              | Очистка сточных вод регенерационными методами.   | 19                  | 10        | 9              |
| <b>ИТОГО</b>                     |  | <b>135</b>          | <b>64</b> | <b>71</b>      |
| <b>Контроль: зачет с оценкой</b> |  | <b>9</b>            | -         | -              |
| <b>ИТОГО</b>                     |  | <b>144</b>          | -         | -              |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### **Раздел 1. Источники сырья для промышленного органического синтеза.**

1.1. Введение и краткий исторический очерк развития химической промышленности. Краткая история развития промышленности органического синтеза. Современные направления прикладного использования достижений органической химии. История развития фармацевтической промышленности. Особенности фармацевтических производств в сравнении с основным органическим синтезом.

1.2. Источники сырья для промышленного органического синтеза. Углехимическое сырье. Состав углей, их переработка, коксование, газификация, гидрогенизация. Природный и попутный газ. Состав газа, его использование и переработка в синтез-газ. Процесс Фишера-Тропша: новые перспективы.

1.3. Нефть, ее состав, запасы, объемы и направления переработки, мировые тенденции развития нефтеперерабатывающей отрасли. Процессы первичной и вторичной переработки. Фракционная перегонка сырой нефти, характеристика основных фракций и их применение. Процессы термической переработки нефти: пиролиз, термический крекинг. Процессы каталитической переработки нефти: каталитический крекинг, риформинг и гидрокрекинг нефтепродуктов. Теоретические основы и механизмы процессов пиролиза и каталитического крекинга. Производство алифатических и ароматических углеводородов, бензина и топлив.

1.4. Возобновляемое природное сырье. Целлюлоза. Лесохимия. Жиры и масла. Каучук. Сахаристые вещества. Лесохимическое сырье. Крахмал. Переработка растительного сырья.

### **Раздел 2. Теоретические основы тонкой органической химии.**

2.1. Термодинамические и кинетические условия осуществления реакций.

2.2. Анализ электронной структуры молекул методами квантовой химии. Принцип жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).

2.3. Основные типы реакций, механизм и условия проведения. Уравнение Гамметта. Уравнение Тафта. Выбор растворителя.

### **Раздел 3. Теория основных процессов тонкого органического синтеза.**

3.1. Особенности и правила транспортировки опасных веществ. Схема приема, хранения и дозировки застывающей жидкости. Особенности транспортировки и дозирования сжиженных газов. Схема приема, хранения и дозировки легковоспламеняющейся жидкости. Разгрузка, хранение и подача твердого сырья в аппараты.

3.2. Удаление, улавливание и утилизация отходов производства органического синтеза. Принципиальная схема переработки и использования отходов. Улавливание и обезвреживание отходящих газов. Механическая очистка стоков.

3.3. Очистка сточных вод регенерационными методами. Схема установки для азеотропной отгонки летучих органических веществ из сточных вод. Деструктивные методы обезвреживания сточных вод. Биологическая очистка сточных вод.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел 1  | Раздел 2 | Раздел 3 |
|--|--|---|----------|----------|
|  | <b>Знать:</b>  |   |          |          |
| 1  | – Методы организации и проведения кинетических экспериментов при исследовании сложных органических реакций, применяемых в синтезе биологически-активных веществ; | +   | +        | +        |
| 2  | – Методы, использующие корреляционные уравнения, применяемые для исследования кинетики и механизма органических реакций.   |   | +        | +        |
|  | <b>Уметь:</b>  |   |          |          |
| 3  | – Интерпретировать данные, полученные в результате кинетических исследований;  | +   | +        | +        |
| 4  | – На основании собственных или литературных данных рассчитывать и предсказывать влияние тех или иных факторов на скорость и направление реакции;                 | +   | +        | +        |
| 5  | – Планировать кинетические исследования и выбирать оптимальную схему их проведения.  | +   | +        | +        |
|  | <b>Владеть:</b>  |   |          |          |
| 6  | – Методами обработки и интерпретации экспериментальных данных, полученных в ходе исследования превращений органических веществ.                                  | +   | +        | +        |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i> |  |   |          |          |
|  | <b>Код и наименование ПК</b>   | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>  |          |          |
| 7  | ПК-2 Способен изучать научно-техническую информацию, опыт по тематике исследования, выбирать метод   | ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой; современными методами обработки данных | +        | +        |

|   |  |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|
|   | научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау |   | + | + | + |
| 8 | ПК-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств  | ПК-3.2 Знает теоретические основы технологических процессов получения биологически активных веществ различных классов и готовых продуктов на их основе, а также нормативные требования, предъявляемые к их производству и обороту | + | + | + |
| 9 | ПК-1 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, осуществлять оценку результатов анализа.   | ПК-1.1 Знает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса; основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции.   | + | + | + |

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

Согласно учебному плану, практические и 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 с оценкой 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 34 балла), лабораторного практикума (максимальная оценка 6 баллов), расчетной работы (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической (расчетной) работы.**

Расчетная работа по курсу выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка расчетной работы – 20 баллов.

Примерная тематика реферата:

- Производство исходных веществ в технологии БАВ. Морфолин. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.
- Производство исходных веществ в технологии БАВ. Уксусная кислота. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.
- Производство исходных веществ в технологии БАВ. Хлороформ. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.
- Производство исходных веществ в технологии БАВ. Фенол. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.

- Производство исходных веществ в технологии БАВ. Фомальдегид. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.

- Производство исходных веществ в технологии БАВ. Фталевый ангидрид. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.

- Производство исходных веществ в технологии БАВ. Салициловая кислота. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.

- Производство исходных веществ в технологии БАВ. Этанол. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.

- Производство исходных веществ в технологии БАВ. Бензойная кислота. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.

- Производство исходных веществ в технологии БАВ. Фосген, дифосген, трифосген. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.

- Пенициллин. Историческая справка. Объемы производства в мире / в РФ. Технологическая схема современного производства. Области применения.

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

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по 2 и 3 разделу). Максимальная оценка за контрольные работы №1 и №2 составляет 20 и 14 баллов соответственно.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

### **Вопрос 1.1.**

1. Термодинамические и кинетические условия осуществления реакций. Кинетический и термодинамический контроль реакции. Приведите примеры.
2. Метод валентных связей. Роль метода ВС в химии: достоинства и недостатки метода. Приведите примеры.
3. Метод молекулярных орбиталей. Основные принципы метода возмущения молекулярных орбиталей, формирование МО.

### **Вопрос 1.2.**

1. Технологические особенности производства этанола.
2. Технологические особенности производства морфолина.
3. Технологические особенности производства уксусной кислоты.

### **Вопрос 1.3.**

1. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные сульфобензойные кислоты.
2. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные хлорбензосульфокислоты.
3. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные нитробензойные кислоты.

### **Вопрос 1.4.**

1. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: ацетанилид, анилин, нитробензол, хлорбензол.

2. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения.

3. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: йодбензол, фенол, толуол, бензойная кислота.

4. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: бензальдегид, толуол, м-диоксибензол, фенол.

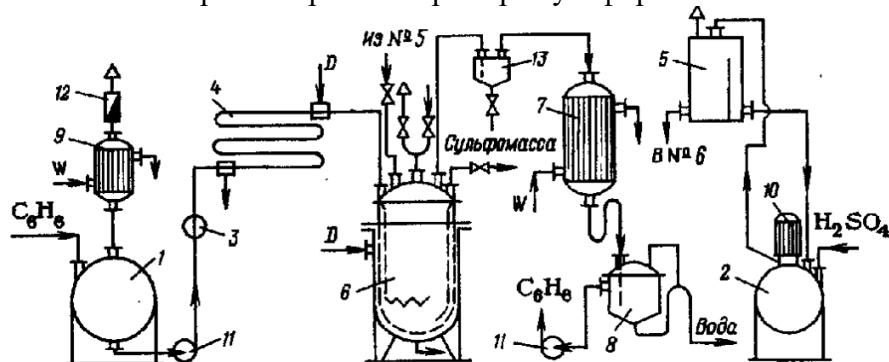
### Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7 баллов за вопрос.

## Вопрос 2.1.

1. Методы получения органических нитросоединений в химической технологии БАВ. Основные реагенты.
  2. Методы получения органических сульфокислот в химической технологии БАВ. Основные реагенты.
  3. Методы получения органических галогенидов в химической технологии БАВ. Основные реагенты.

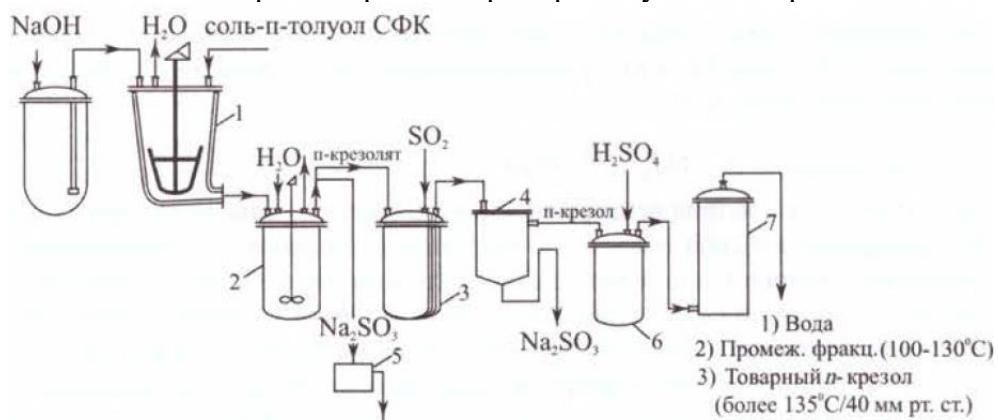
### Вопрос 2.2.

1. Особенности аппаратурного оформления процесса сульфирования. Технологические особенности рассмотреть на примере сульфирования бензола в парах:



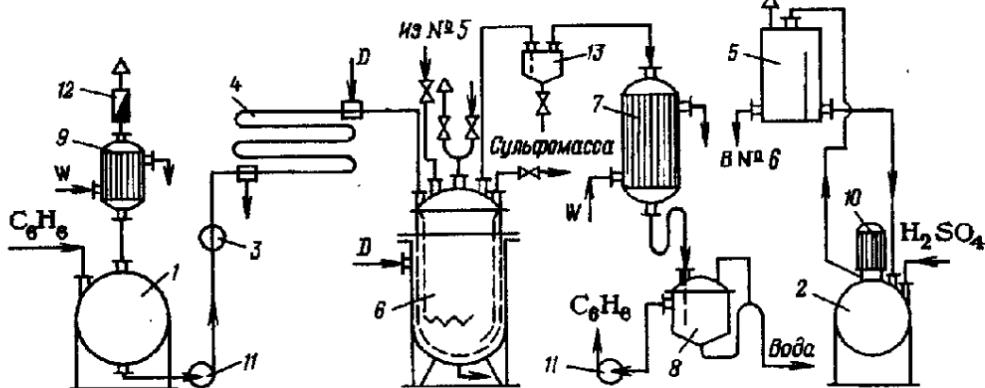
1 — хранилище бензола; 2 — хранилище серной кислоты; 3 — расходомер бензола; 4 — теплообменник «труба в трубе»; 5 — мерник серной кислоты; 6 — сульфуратор; 7 — кожухотрубный теплообменник; 8 — сепаратор (флорентийский сосуд); 9 — обратный холодильник; 10 — погружной насос; 11 — насосы; 12 — огнепреградитель; 13 — брызгоотбойник; D — водяной пар; W — хладагент (вода).

2. Особенности аппаратурного оформления процесса щелочного плавления. Технологические особенности рассмотреть на примере получения п-крезола:



1- плавильный котел; 2 - аппарат для гашения; 3 - аппарат для выделения п-крезола; 4 - отстойник-сепаратор; 5 - центрифуга; 6 - аппарат полного выделения; 7 - ректификационная колонна.

3. Особенности аппаратурного оформления процесса сульфирования. Технологические особенности рассмотреть на примере сульфирования бензола в парах:



1 — хранилище бензола; 2 — хранилище серной кислоты; 3 — расходомер бензола; 4 — теплообменник «труба в трубе»; 5 — мерник серной кислоты; 6 — сульфуратор; 7 — кожухотрубный теплообменник; 8 — сепаратор (флорентийский сосуд); 9 — обратный холодильник; 10 — погружной насос; 11 — насосы; 12 — огнепреградитель; 13 — брызгоотбойник; D — водяной пар; W — хладагент (вода).

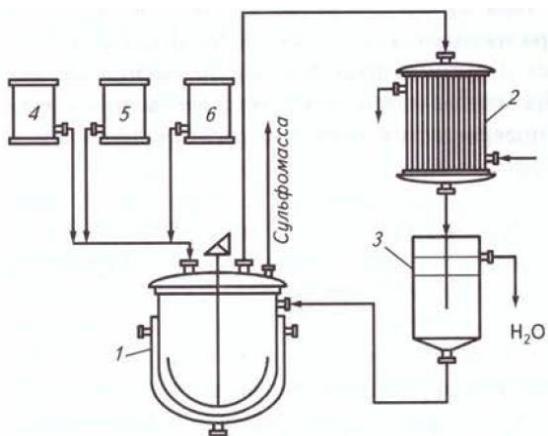
### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – зачет с оценкой).

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов. Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

1. Сыревая база производств биологически активных веществ. Химическая переработка древесины. Микробиологический синтез
2. Сыревая база производств биологически активных веществ. Химическая переработка каменного угля, природного газа.
3. Сыревая база производств биологически активных веществ. Химическая переработка нефти.
4. Сыревая база производств биологически активных веществ. Выделение продуктов из сырья растительного и животного происхождения.
5. Термодинамические и кинетические условия осуществления реакций.
6. Кинетический и термодинамический контроль реакции. Приведите примеры.
7. Метод валентных связей. Роль метода ВС в химии: достоинства и недостатки метода. Приведите примеры.
8. Метод молекулярных орбиталей. Основные принципы метода возмущения молекулярных орбиталей, формирование МО.
9. Принцип жёстких и мягких кислот и оснований (ЖМКО). Зарядовый и орбитальный контроль реакции.
10. Использование уравнения Гамметта для прогнозирования реакционной способности ароматических соединений. Примеры применения уравнения Гамметта
11. Реакции электрофильного ароматического замещения. Кинетический изотопный эффект. Факторы, оказывающих влияние на ароматическое электрофильное замещение.

12. Нуклеофильное ароматическое замещение. Метод конкурентных реакций. Факторы, оказывающих влияние на ароматическое нуклеофильное замещение.
13. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные сульфобензойные кислоты
14. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные хлорбензосульфокислоты
15. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные нитробензойные кислоты
16. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные бромбензойные кислоты
17. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные нитробромбензолы
18. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные нитрохлорбензолы
19. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные бромбензолсульфокислоты
20. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: все изомерные трихлорметилнитробензолы
21. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: 3-бром-4-метилбензойную кислоту
22. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: 2-метил-5-бромбензолсульфокислоту
23. Получите, исходя из бензола, в соответствии с правилами ориентации следующие соединения: 3-нитро-4-хлорбензойную кислоту
24. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: ацетанилид, анилин, нитробензол, хлорбензол
25. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: фенол, бензойная кислота, бензонитрил, фенилацетат
26. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: бензальдегид, толуол, м-диоксибензол, фенол
27. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: м-ксилол, хлорбензол, м-диоксибензол, толуол
28. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: нитробензол, м-динитробензол, п-нитроанилин, анилин
29. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: бензотрихлорид, толуол, метоксибензол, бромбензол
30. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: йодбензол, фенол, толуол, бензойная кислота

31. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: анилин, диметиланилин, кумол, нитрозобензол
32. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: бензотрифтогид, фторбензол, толуол, метоксибензол
33. Расположите приведенные ниже ароматические соединения в ряд по ослаблению реакционной способности их в реакциях электрофильного замещения. Дайте объяснения на основании электронодонорного или электроноакцепторного влияния заместителей: м-диоксибензол, м-диметилбензол, м-дихлорбензол, м-динитробензол
34. Методы получения органических сульфокислот и сульфохлоридов в химической технологии БАВ. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса.
35. Нуклеофильное замещение сульфогруппы. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса.
36. Методы получения органических нитросоединений в химической технологии БАВ. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса.
37. Методы получения органических галогенидов в химической технологии БАВ. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса.
38. Нуклеофильное замещение галогена. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса.
39. Методы восстановления в химической технологии БАВ. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса. Технологические особенности рассмотреть на примере непрерывного восстановления нитросоединений чугунной стружкой в присутствии электролита:
40. Методы окисления в химической технологии БАВ. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса. Технологические особенности рассмотреть на примере получения фталевого ангидрида:
41. Процессы ацилирования и конденсации в химической технологии БАВ. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса. Технологические особенности рассмотреть на примере получения салициловой кислоты
42. Методы восстановления в химической технологии БАВ. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса
43. Методы получения органических сульфокислот и сульфохлоридов в химической технологии БАВ. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса. Технологические особенности рассмотреть на примере «сульфирования запеканием».
44. Сыревая база производств биологически активных веществ. Химическая переработка каменного угля, природного газа.
45. Методы получения органических сульфокислот и сульфохлоридов в химической технологии БАВ. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса. Технологические особенности рассмотреть на примере «сульфирования запеканием»:



1 - сульфуратор; 2 – холодильник-конденсатор; 3 - сепаратор-отстойник; 4, 5, 6 - мерники

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 «Теория технологических процессов тонкого органического синтеза» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам 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. кафедрой ХТБМП<br/> <br/>           М.С. Ощепков<br/> <br/>           «__» 20__ г.</p> | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b><br/> <b>Российский химико-технологический университет</b><br/> <b>имени Д.И. Менделеева</b><br/> <b>Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов</b></p>   |
|   | <p><b>Направление подготовки бакалавров</b><br/> <b>18.03.01 Химическая технология</b><br/> <b>Профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»</b></p>   |
|   | <p><b>Билет № 1</b></p>  |
|   | <p>1. Сырьевая база производств биологически активных веществ. Химическая переработка каменного угля, природного газа.<br/>           2. Методы получения органических сульфокислот и сульфохлоридов в химической технологии БАВ. Основные реагенты. Особенности аппаратурного оформления процесса. Технологические особенности рассмотреть на примере «сульфирования запеканием»:</p> |

1 - сульфуратор; 2 – холодильник-конденсатор; 3 - сепаратор-отстойник; 4, 5, 6 – мерники

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### А. Основная литература

1. Бухаркина, Т. В. Основы кинетического моделирования и обработки экспериментальных данных / Т. В. Бухаркина, Н. Г. Дигуров, А. Б. Юмашев. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. - 84 с.
2. Попков С.В., Кузенков А.В., Бурдейный М.Л., Захарычев В.В., Дашкин Р.Р., Шарипов М.Ю., Ярёменко И.А. Получение синтетических биологически активных веществ и промежуточных продуктов: Учебное пособие, Лабораторный практикум. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 144 с.
3. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швец В.Ф. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. М., Химия, 1984. (Базовый учебник).

#### Б. Дополнительная литература

1. Химия и технология ароматических соединений: учебн. пособие / В.Н. Лисицын. – М.: ДeЛи плюс, 2014. –391 с.
2. Н.Н. Мельников Пестициды. Химия, технология, применение. - М.: Химия, 1987. – С. 165 – 166.
3. Мокрушин В.С., Вавилов Г.А. Основы химии и технологии биоорганических и синтетических лекарственных веществ. Екатеринбург, ВПО Уральский ГТУ-УПИ, 2004. – 357с.
4. Пассет Б.В. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. 376 с
5. Лебедев Н.Н. Химия и технология органического и нефтехимического синтеза, изд. 3, — М.: Химия, 1981.
6. Тимофеев В. С., Серафимов Л. А., Тимошенко А. В. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. – 2010. 408 с.
7. Теддер Дж., Нехватал А., Джуб А. Промышленная органическая химия, М: Мир, 1977.
8. Капкин В.Д., Савинецкая Г.А., Чапурин В.И. Технология органического синтеза. Учебник для техникумов. М.: Химия, 1987. 400 с.
9. Солдатенков А.Т., Колядина Н.М., Шендрик И.В. Основы органической химии лекарственных веществ. М.: Химия, 2002. 188 с.
10. Яхонтов Л.Н., Глушков Р.Г. Синтетические лекарственные средства / Под ред. А.Г. Натрадзе. М.: Медицина, 1983. 272 с.

### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал "Химическая Промышленность сегодня". ISSN: 0023-110X
- Chemical & Engineering News. ISSN:0009-2347
- Journal of Pharmacy and Pharmacology. ISSN: 2042-7158

## **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 «Теория технологических процессов тонкого органического синтеза» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

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

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации материала (ноутбук, проектор, экран) и учебной мебелью.

Химическая лаборатория, оснащенная вытяжными шкафами, лабораторными столами, техническими весами (до 3-го знака), роторно-пленоочными испарителями, магнитными мешалками с подогревом, водоструйными насосами, сушильным шкафом, расходными материалами (лабораторная посуда, реагенты, растворители).

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

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### 11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки            | Примечание   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|--|--|--|
| 1.    | Microsoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | бессрочная   |
| 2.    | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.    | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) | 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  |
|---|---|---|
| <b>Раздел 1.</b><br><b>Источники сырья для промышленного органического синтеза.</b> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методы организации и проведения кинетических экспериментов при исследовании сложных органических реакций, применяемых в синтезе биологически-активных веществ;</li> <li>– Методы, использующие корреляционные уравнения, применяемые для исследования кинетики и механизма органических реакций.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Интерпретировать данные, полученные в результате кинетических исследований;</li> <li>– На основании собственных или литературных данных рассчитывать и предсказывать влияние тех или иных факторов на скорость и направление реакции;</li> <li>– Планировать кинетические исследования и выбирать оптимальную схему их проведения.</li> </ul> | <p>Оценка за расчетную работу</p> <p>Оценка за лабораторную работу</p> <p>Оценка за зачет</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методами обработки и интерпретации экспериментальных данных, полученных в ходе исследования превращений органических веществ.</li> </ul>   |  |
| <p><b>Раздел 2.</b><br/><b>Теоретические основы тонкой органической химии</b></p>           | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методы организации и проведения кинетических экспериментов при исследовании сложных органических реакций, применяемых в синтезе биологически-активных веществ;</li> <li>– Методы, использующие корреляционные уравнения, применяемые для исследования кинетики и механизма органических реакций.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Интерпретировать данные, полученные в результате кинетических исследований;</li> <li>– На основании собственных или литературных данных рассчитывать и предсказывать влияние тех или иных факторов на скорость и направление реакции;</li> <li>– Планировать кинетические исследования и выбирать оптимальную схему их проведения.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методами обработки и интерпретации экспериментальных данных, полученных в ходе исследования превращений органических веществ.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за лабораторную работу</p> <p>Оценка за зачет</p> |
| <p><b>Раздел 3.</b><br/><b>Теория основных процессов тонкого органического синтеза.</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методы организации и проведения кинетических экспериментов при исследовании сложных органических реакций, применяемых в синтезе биологически-активных веществ;</li> <li>– Методы, использующие корреляционные уравнения, применяемые для исследования кинетики и механизма органических реакций.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Интерпретировать данные, полученные в результате</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за лабораторную работу</p> <p>Оценка за зачет</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>кинетических исследований;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– На основании собственных или литературных данных рассчитывать и предсказывать влияние тех или иных факторов на скорость и направление реакции;</li> <li>– Планировать кинетические исследования и выбирать оптимальную схему их проведения.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методами обработки и интерпретации экспериментальных данных, полученных в ходе исследования превращений органических веществ.</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  
«Теория технологических процессов тонкого органического синтеза»**

**основной образовательной программы  
по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология,  
профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов  
и косметических средств»**

**Форма обучения: очная**

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Химия и механизмы действия биологически активных веществ»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»**

**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.  
Авторы программы: д.х.н., профессор Коваленко Л.В., к.х.н., доцент Калистратова А.В.,  
к.х.н., доцент Поливанова А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Кафедры химии и технологии  
биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Химия и технология биологически активных веществ» относится к общим дисциплинам части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей и неорганической химии, органической химии и биохимии.

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся систематизированных знаний о методах синтеза, механизмах действия и областях применения различных классов биологически активных веществ.

**Задачи дисциплины:**

- изучение методов синтеза и особенностей производства различных классов биологически активных веществ;
- изучение механизмов биологической активности различных классов биологически активных веществ;
- приобретение специфических практических навыков синтеза и работы с биологически активными веществами.

Дисциплина «Химия и механизмы действия биологически активных веществ» преподается в 7-м 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>  |  |   |  |  |
| 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. | <p>Химическое, химико-технологическое производство;</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p> | <p>ПК-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств</p> <p>ПК-2 Способен изучать научно-техническую информацию, опыт по тематике исследования, выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач,</p> | <p>ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой; современными методами обработки данных</p> | <p>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. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция. А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5).</p> |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  | <p>организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хая</p> |  |  |
|--|--|--|--|--|

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- Области применения и классификацию биологически активных веществ;
- Принципы и методы разработки биологически активных веществ с заданными свойствами;
- Современные представители основных классов гербицидов, регуляторов роста, инсектицидов, фунгицидов, зооцидов, высокотоксичных веществ, лекарственных препаратов;
- Методы синтеза и особенности производства рассматриваемых в рамках дисциплины классов биологически активных веществ;

*Уметь:*

- Анализировать различные методы синтеза биологически активных веществ и выбирать наиболее оптимальные подходы с точки зрения возможности их реализации на практике;
- Обосновать применение различных классов биологически активных веществ в зависимости от особенностей применения, вида вредоносных организмов, возникновения резистентности, а также нарушения нормальной деятельности организма человека;
- По химической структуре соединения выявить фармакофорные фрагменты и обосновать механизм действия биологически активных веществ;

*Владеть:*

- Методами синтеза рассматриваемых в рамках дисциплины классов биологически активных веществ;
- Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ.

### **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>1,78</b>      | <b>64</b>  | <b>48</b>  |
| Лекции   | 0,89             | 32         | 24         |
| Практические занятия                               | 0,89             | 32         | 24         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 0,89             | 32         | 24         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>1,22</b>      | <b>44</b>  | <b>33</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 1,22             | 44         | 33         |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                  |            |            |
| <b>Экзамен</b>                                     | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       |                  | 0,3        | 0,225      |
| Подготовка к экзамену                              |                  | 35,7       | 26,775     |
| <b>Вид итогового контроля:</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    | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Прак.<br>зан. | в т.ч. в<br>форме<br>пр. подг. | Сам.<br>работа |
| 1.       | <b>Химия, токсикология и основы технологии агрохимических препаратов</b>  | <b>36</b>     | <b>10</b>                      | <b>12</b> | -                              | <b>10</b>     | <b>10</b>                      | <b>14</b>      |
| 1.1      | Введение. Классификация агрохимических препаратов, их роль в жизнедеятельности человека   | 3             | -                              | 2         | -                              | -             | -                              | 1              |
| 1.2      | Фитоактивные соединения и технологии их получения   | 14            | 4                              | 5         | -                              | 4             | 4                              | 5              |
| 1.3      | Средства для борьбы с патогенными грибами и технология их получения   | 7             | 2                              | 2         | -                              | 2             | 2                              | 3              |
| 1.4      | Инсектициды и технологии их получения   | 12            | 4                              | 3         | -                              | 4             | 4                              | 5              |
| 2.       | <b>Химия и основы технологии получения веществ, нарушающих течение биоэнергетических процессов</b>                                    | <b>24</b>     | <b>8</b>                       | <b>4</b>  | -                              | <b>8</b>      | <b>8</b>                       | <b>12</b>      |
| 2.1      | Общая схема катаболических превращений углеводов, липидов и аминокислот и ее основные биомишени для воздействия БАВ различных классов | 3             | 1                              | -         | -                              | 1             | 1                              | 2              |
| 2.2      | Алкилаторы, производные тяжелых металлов, фторуксусной кислоты и цианиды  | 10            | 3                              | 2         | -                              | 3             | 3                              | 5              |
| 2.3      | Биологически активные вещества, действующие как антивитамины  | 11            | 4                              | 2         | -                              | 4             | 4                              | 5              |

|                |  |            |           |           |          |           |           |           |
|----------------|--|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>3.</b>      | <b>Химия и основы технологии получения веществ, действующих на процессы передачи нервного импульса</b> | <b>48</b>  | <b>14</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>14</b> | <b>14</b> | <b>18</b> |
| 3.1            | Холинэргический синапс, агонисты и антагонисты ацетилхолина, холинэстераза                             | 7          | 2         | 2         | -        | 2         | 2         | 3         |
| 3.2            | Ингибиторы холинэстеразы   | 9          | 4         | -         | -        | 4         | 4         | 5         |
| 3.3            | ГАМК-эргический синапс, лекарственные средства седативного и снотворного действия                      | 7          | 2         | 3         | -        | 2         | 2         | 2         |
| 3.4            | Гистамин и антигистаминные препараты   | 3          | -         | 2         | -        | -         | -         | 1         |
| 3.5            | Адренэргический синапс.<br>Нейростимуляторы и конвульсанты   | 2          | -         | 1         | -        | -         | -         | 1         |
| 3.6            | Лакриматоры, алгогены и местные анестетики   | 2          | -         | 1         | -        | -         | -         | 1         |
| 3.7            | Внутривенные анестетики и наркотические препараты  | 8          | 2         | 4         | -        | 2         | 2         | 2         |
| 3.8            | Психоделические средства   | 2          | -         | 1         | -        | -         | -         | 1         |
| 3.9            | Антипсихотические и психотические средства   | 8          | 4         | 2         | -        | 4         | 4         | 2         |
| <b>ИТОГО</b>   |  | <b>108</b> | <b>32</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>32</b> | <b>32</b> | <b>44</b> |
| <b>Экзамен</b> |  | <b>36</b>  | -         | -         | -        | -         | -         | -         |
| <b>ИТОГО</b>   |  | <b>144</b> | -         | -         | -        | -         | -         | -         |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Химия и механизмы действия агрохимических препаратов.**

#### **1.1. Введение. Классификация агрохимических препаратов, их роль в жизнедеятельности человека.**

Пути поступления ксенобиотиков в организм и естественные барьеры клеток, тканей, органов и организма. Общее представление о гематоэнцефалическом барьере. Препартивные формы пестицидов и лекарственные средства. Абсолютная, медианная и начальная токсичность, токсодоза, минимальная эффективная доза и инкапаситантная доза. Понятие терапевтической широты. Эффект сублетальных доз (хроническая токсичность), накопление ксенобиотика и последствий его воздействия, персистентные экотоксиканты из группы хлорированных дibenздиоксинов, бифенилов и дibenзофуранов. Определение предельно допустимых концентраций (ПДК) и максимальных допустимых доз. Классификация агрохимических препаратов, экономические аспекты и экологические последствия их применения, агрохимический скрининг и современные требования к агрохимическим препаратам.

**1.2. Фитоактивные соединения и технологии их получения:** синтез, гербицидная активность, токсичность и особенности технологии производства. Гербицидные препараты, нарушающие фотосинтез. Вещества, блокирующие транспорт электронов в фотосистеме II, и акцепторы электронов в фотосистеме I. Арилзамещенные мочевины и амиды карбоновых кислот, замещенные симм.-триазины. Экологические последствия накопления в окружающей среде хлоранилинов. Диридилиевые фитоактивные основания. Вещества, нарушающие биосинтез и функционирование хлорофиллов, проблема гашения синглетного кислорода. Фотодинамические гербициды и фотодинамические терапевтические препараты для лечения злокачественных опухолей.

Фитогормоны и их синтетические структурные аналоги. Арилоксикусусные кислоты и другие синтетические ауксины и антиауксины. Гиббереллины и ретарданты. Цитокинины и их синтетические структурные аналоги, синтез, производство и практическое использование тиадиазурина и 1-фенил-3-(триазол-4-ил)мочевины. Этилен и его образование в растениях из метионина и из синтетических продуцентов этилена, синтез и технология производства 2-хлорэтилфосфоновой кислоты.

Гербициды с антиметаболитным механизмом действия. Получение фосфонометилглицина и механизм его гербицидного действия. Сульфонил-гетерилмочевины, способы и технологии их получения, антиметаболитная и цитокининовая активность. Глюфосинат аммония, способы получения и механизм гербицидной активности. Аммонийная соль этилового эфира карбамоилфосфоновой кислоты, рострегуляторная и арборицидная активность. Производные фосфонкарбоновой кислоты в роли противовирусных препаратов.

**1.3. Средства борьбы с патогенными грибами и технологии их получения.** Пути заражения растений фитопатогенными грибами, собственные защитные системы растений. Микотоксины и роль фунгицидов в сохранении сельскохозяйственной продукции. Контактные и системные фунгициды, примеры получения и технологии

производства, преимущества и недостатки синтетических и технологических схем. Дитиокарбаматы, этилмеркурхлорид. Замещенные бензимидазолы. Вещества, нарушающие биосинтез стероидов, входящих в состав мембран грибов. Триадименол и тербинафин, синтез, особенности производства и механизм фунгицидной активности ингибиторов образования эргостерина, токсичность замещенных триазолов. Противогрибковые препараты в медицине. Разработка и технологии производства новой группы фунгицидов на основе стробилурина, получение азоксистробиона.

**1.4. Инсектициды и технологии их получения.** История развития химии инсектицидов. Хлорорганические инсектициды – ДДТ и его аналоги, гексахлоран, продукты реакции Дильса-Альдера с участием перхлорцикlopентадиена. Экологические последствия применения персистентных хлорорганических препаратов. Пиретрины и пиретроиды, механизм инсектицидной активности, биорациональный подход к модификации структуры пиретринов и синтез и производство перметрина, дельтаметрина и фенвалерата. Механизм биологической активности, способы получения и производства неоникотиноидов. Препараты, нарушающие развитие насекомых, ингибиторы биосинтеза хитина и аналоги ювенильного гормона.

**Раздел 2. Химия и механизмы действия веществ, нарушающих течение биоэнергетических процессов.**

**2.1. Общая схема катаболических превращений углеводов, липидов и аминокислот и ее основные биомишени для воздействия БАВ различных классов.**

**2.2. Алкилаторы, производные тяжелых металлов, фторуксусной кислоты и цианиды.** Нарушение катаболических процессов алкилаторами, производными тяжелых металлов, производными фторуксусной кислоты и цианидами. 2-хлорэтиламины и сульфиды, синтез, особенности производства и механизм биологической активности. Противораковые средства на основе 2-хлорэтиламинов и другие цитостатики.

**2.3. Биологически активные вещества, действующие как антивитамины.** Классификация антивитаминов. Биологическая роль тетрагидрофолиевой кислоты и ее антагонисты. Пиринурон в качестве антагониста NAD-зависимых ферментов, нарушение функционирования пиридоксальфосфатзависимых ферментов гидразидами и производными пиримидина. Антикоагулянтная и геморрагическая активность структурных аналогов витамина К, синтез, технологии производства и применение производных 4-гидроксикумарины и 1,3-индандиона в качестве зооцидов и лекарственных средств.

**Раздел 3. Химия и токсикология психоактивных веществ.**

Центральная и периферическая нервная система, нейромышечная передача, соматическая и вегетативная нервная системы. Классификация средств воздействия на центральную нервную систему. Нейромедиаторы и рецепторы центральной и периферической нервной системы. Нарушение баланса нейромедиаторов в ЦНС в качестве основы психохимии. Дофамин и паркинсонизм.

**3.1. Холинergicкий синапс. Агонисты и антагонисты ацетилхолина, холинэстераза.** Строение нейрона возбуждения, передача нервного импульса по аксону, синаптическое окончание. Образование межмембранныго потенциала и градиента

концентраций ионов натрия и калия,  $\text{Na}^+,\text{K}^+$ -АТФ-аза. Нарушение работы натриевого (сакситоксин, батрахо-токсин) и калиевого каналов, сердечные гликозиды. Экзоцитоз ацетилхолина и его блокировка ботулотоксином, ботокс в медицине. Агонисты и антагонисты ацетилхолина в M- и N-холинорецепторах, организация холинорецепторов в двигательных концевых пластинах (теория Хромова-Борисова), токсичность производных карбаминовой кислоты и четвертичных аммонийных соединений.

**3.2. Ингибиторы холинэстеразы.** Холинэстераза, обратимое и необратимое ингибирирование холинэстеразы. Фосфорорганические инсектициды и отправляющие вещества, механизм действия, технологии получения, токсичность. Формула Шрадера. Способы получения и технологические особенности производства исходных продуктов для получения фосфорорганических инсектицидов. Синтез тионфосфатов. Производные дитиофосфорной кислоты, хлорофос и дихлофос. Антидотные композиции для антихолинэстеразных ядов. Нейротоксические производные кислот фосфора.

**3.3. ГАМК-Эргический синапс, лекарственные средства седативного и снотворного действия.** Гиперполяризация мембранны нейрона как механизм блокировки сигнала возбуждения. Токсин столбняка. Белки постсинаптической мембранны синапса торможения. Комплекс рецепторов ГАМК-эргического синапса. Биосинтез и биодеградация ГАМК, вальпроевая кислота. Агонисты и антагонисты ГАМК в качестве лекарственных средств. Лиганды пуринового рецептора (кофеин, дифентоин и барбитураты), синтез барбитуратов и спектр биологической активности. Эндоцриновый рецептор, синтез и фармакологическая активность бензодиазепинов. Хлорный канал, его блокировка дисульфотетраадамантаном, замещенными силатранами, бициклическими эфирами и другими циклическими соединениями. Роль фосфодиэстеразы в работе ГАМК-эргического синапса.

**3.4. Гистамин и антигистаминные препараты.** Медиаторная и гормональная роль гистамина. Аллергические реакции. Типы гистаминовых рецепторов, вещества с антиаллергической активностью среди стероидов и антагонистов гистамина. Димедрол, кларитин, донормил. Роль гистамина в регуляции секреторной активности желудка. Стратегия поиска средств для лечения язвы желудка среди антагонистов гистамина в  $\text{H}_2$ -рецепторах. Синтез и особенности производства циметидина, ранитидина и фамотидина.

**3.5. Адренергический синапс. Нейростимуляторы и конвульсанты.** Природные и синтетические структурные аналоги адреналина и норадреналина, механизм биологической активности. 2-Аминоалкилзамещенные бензолы, фенамин, экстази, эфедрин и катинон. Современные сосудосуживающие средства, нафтифин, ксимелин: способы получения и особенности производства.

**3.6. Лакриматоры, алгогены и местные анестетики.** Механизм генерирования болевого ощущения, сенсорные нейроны и их нейромедиаторы, роль простагландинов и сосудистые эффекты. Зависимость активности от строения среди веществ раздражающего действия. Хлорцетофон и другие галогенированные карбонильные соединения, 2-хлорбензилиденмалонодинитрил, дифеназепин и 1-метоксицикло-гептатриен. Капсаицин, морфолид пепларгоновой кислоты. Нейролипиды, ванилиламид олеиновой кислоты и этианоламид арахидоновой кислоты. Аспирин, парацетамол, бруufen, фастум, индометацин.

Нарушение биосинтеза простагландинов и других продуктов превращения арахидоновой кислоты. Антагонисты нейромедиаторов сенсорных нейронов – кокаин, бензокайн, новокаин, лидокаин и другие местные анестетики.

**3.7. Внутривенные анестетики и опиатные наркотики.** Морфин, диацетилморфин и кодеин, спектр биологической активности и поиск структурных аналогов, лишенных недостатков морфина. Пути усложнения и упрощения структуры морфина, антагонисты морфина и применение их в качестве лекарственных средств. Метадон, пентазоцин, феназоцин и фентанил. Трамадол и кетамин. Механизм привыкания и развития болезненного пристрастия к наркотикам. Превращение морфина в апоморфин, другие вещества с эметической активностью. Энкефалины, эндорфины, динорфины и другие нейропептиды, поиск пептидных аналогов энкефалина. Ингибиование энкефалиназы тиорфаном.

**3.8. Психоделические средства.** Нейромедиаторная роль серотонина. Галюциногенный эффект структурных аналогов серотонина, мелатонин, 3,4,5- trimetoksyfeniletilamin, псилоцин, буфотенин. Алкалоиды (микотоксины) спорыны и диэтиламид лизергиновой кислоты. Тетрагидроканнабинол, возможность лекарственного использования.

**3.9. Антипсихотические и психотические средства.** Нейролептики, транквилизаторы и другие средства для лечения психозов. Аминазин и галоперидол. Психотический эффект синтетических и алкалоидных антагонистов и агонистов ацетилхолина в M-холинорецепторах нейронов ЦНС. Аминоэфиры бензиловой и фенилизопропилгликолевой кислот. Зависимость активности от строения, способы получения и производство бензиловой кислоты и алкилзамещенных миндальных кислот, циклических аминоспиртов. Фенциклидин в качестве лекарственного средства и наркотика.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел 1   | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 |
|--|--|--|----------|----------|----------|
|  | <b>Знать:</b>  |  |          |          |          |
| 1  | – Области применения и классификацию биологически активных веществ;  | +  | +        | +        | +        |
| 2  | – Принципы и методы разработки биологически активных веществ с заданными свойствами;   | +  | +        | +        | +        |
| 3  | – Современные представители основных классов гербицидов, регуляторов роста, инсектицидов, фунгицидов, зооцидов, высокотоксичных веществ, лекарственных препаратов;   | +  | +        | +        | +        |
| 4  | – Методы синтеза и особенности производства рассматриваемых в рамках дисциплины классов биологически активных веществ;   | +  | +        | +        | +        |
|  | <b>Уметь:</b>  |  |          |          |          |
| 5  | – Анализировать различные методы синтеза биологически активных веществ и выбирать наиболее оптимальные подходы с точки зрения возможности их реализации на практике;   | +  | +        | +        | +        |
| 6  | – Обосновать применение различных классов биологически активных веществ в зависимости от особенностей применения, вида вредоносных организмов, возникновения резистентности, а также нарушения нормальной деятельности организма человека; | +  | +        | +        | +        |
| 7  | – По химической структуре соединения выявить фармакофорные фрагменты и обосновать механизм действия биологически активных веществ;   | +  | +        | +        | +        |
|  | <b>Владеть:</b>  |  |          |          |          |
| 8  | – Методами синтеза рассматриваемых в рамках дисциплины классов биологически активных веществ;  | +  | +        | +        | +        |
| 9  | – Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ  | +  | +        | +        | +        |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i> |  |  |          |          |          |
|  | <b>Код и наименование ПК</b>   | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b> |          |          |          |

|    |   |  |   |   |   |   |
|----|---|--|---|---|---|---|
|    |   |  |   |   |   |   |
| 10 | ПК-2 Способен изучать научно-техническую информацию, опыт по тематике исследования, выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау | ПК-2.3 Владеет навыками обращения с научной и технической литературой; современными методами обработки данных                              | + | + | + | + |
| 11 | ПК-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств   | ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов | + | + | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| №<br>п/п | № раздела<br>дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|----------|-------------------------|---|------|
| 1        | 1                       | Схемы синтеза основных фитоактивных соединений в практическом применении  | 2    |
| 2        |                         | Схема биосинтеза стероидов у различных организмов. Отработка схем синтеза триадименола и тербинафина, ингибиторов образования эргостерина, азоксистробина, фунгицидных триазолов. | 3    |
| 3        |                         | Схемы синтеза инсектицидов из класса хлорорганических инсектицидов, пиретринов и пиретроидов, неоникотиноидов, ингибиторов биосинтеза хитина.                                     | 3    |
| 4        |                         | Контрольная работа по разделу 1.  | 2    |
| 5        | 2                       | Общая схема катаболических процессов. Мишени для воздействия на нее. Нарушение катаболизма алкилаторами и восстановителями металлов.  | 2    |
| 6        |                         | Механизм алкилирования ДНК, синтез иприта и азотистого иприта. Нарушение катаболизма цианидами.   | 2    |
| 7        |                         | Синтез пиринурона, кримидина, варфарина и других антагонистов витамина К.   | 2    |
| 8        |                         | Контрольная работа по разделу 2.  | 2    |
| 9        | 3                       | Схема передачи первого импульса, генерирования потенциала действия в нервной клетке, схемы синтеза основных агонистов и антагонистов ацетилхолина                                 | 2    |
| 10       |                         | Отработка схем синтеза фосфороганических ингибиторов ацетилхолинэстеразы.   | 2    |
| 11       |                         | Интерактивная игра по разработке структуры и схемы синтеза соединения со свойствами ингибитора ацетилхолинэстеразы  | 2    |
| 12       |                         | Схемы синтеза барбитуратов и бензодиазепинов.   | 2    |
| 13       |                         | Биорациональный подход к разработке анестетиков, действующих на ЦНС без наркотического эффекта.   | 2    |
| 14       |                         | Схемы синтеза основных антипсихотических и психотических средств.   | 2    |
| 15       |                         | Контрольная работа по разделу 3   | 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;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена 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 40 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

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

Для текущего контроля предусмотрено три контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольную работу №1 составляет 10 баллов, за контрольные работы №2 и №3 по 15 баллов за каждую.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

1) Структура природных ауксинов, их функции в растениях и применение. Синтетические аналоги ауксинов. Механизм гербицидного действия феноксикусусных кислот. Способы получения и применение 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксикусусной кислоты) и 2М-4Х (2-метил-4-хлорфеноксикусусной кислоты). Экологические проблемы, связанные с переработкой хлорфенолов.

2) Поражение растений патогенными микроорганизмами. Патотоксины. Факторы устойчивости растений. Применение бензойной кислоты. Преимущества и недостатки контактных и системных фунгицидов.

3) Гиббереллины, их функции в растениях, применение. Ретарданты, механизм действия и применение. Получение хлорхолинхlorида (триметил(2-хлорэтил)аммонийхlorида). Синтез паклобутразола (4,4-диметил-2-(1,2,4-триазол-1-ил)-1-(4-хлорфенил)пентанола-3) и его применение.

4) Системные фунгициды - производные бензимидазола Синтез беномила (N-(1-(бутилкарбамоил)бензимидазол-2-ил)-O-метилкарбамата) и карбендаzима. Механизм действия и особенности применения данного класса препаратов.

5) Строение хлоропластов и фотосинтетического аппарата растений. Фотосистемы II и I, их роль. Накопление АТР и NADPH. Световые и темновые стадии фотосинтеза. Фиксация и восстановление диоксида углерода растениями. Способы получения *симазина* (6-хлор-*N*<sup>2</sup>,*N*<sup>4</sup>-диэтил-1,3,5-триазин-2,4-диамина), *атразина* (6-хлор-*N*<sup>2</sup>-изопропил-*N*<sup>4</sup>-этил-1,3,5-триазин-2,4-диамина), *пропазина* (6-хлор-*N*<sup>2</sup>,*N*<sup>4</sup>-диизопропил-1,3,5-триазин-2,4-диамина).

6) Системные триазольные фунгициды, особенности применения. Синтез *триадимефона* (3,3-диметил-1-(1,2,4-триазол-1-ил)-1-(4-хлорфенокси)бутанона-2) и

*триадименола* (3,3-диметил-1-(1,2,4-триазол-1-ил)-1-(4-хлорфенокси)бутанола-2). Механизм действия.

7) Фотосинтетический аппарат растений. Фотосистема II и ее роль. Мочевинные гербициды, их механизм действия и способы получения. Получение *диурона* (1,1-диметил-3-(3,4-дихлорфенил)мочевины) и *флуометурона* (1,1-диметил-3-(3-трифторметилфенил)мочевины).

8) Дитиокарбаматные фунгициды. Синтез *тирама* (тетраметилтиурамдисульфида) и *цинеба* (N,N'-этиленбис-(дитиокарбамата) цинка). Механизм действия, особенности применения.

9) Биосинтез жирных кислот. Ингибиторы ацетил-КоА-карбоксилазы. Получение и применение *аллоксидима-натрия* (натриевая соль метилового эфира 2-оксо-4-гидрокси-3-(1-(аллилоксимино)бутил)-6,6-диметилциклогекс-3-енкарбоновой кислоты) и *дихлофоп-метила* (метил-2-[4-(2,4-дихлорфенокси)фенокси]пропаноата).

10) Системные фунгициды - группы *цис*-кrottонанилидов. Синтез *карбоксина* (5,6-дигидро-2-метил-N-фенил-1,4-оксатиин-3-карбоксамида) и *флутоланила* ( $\alpha,\alpha,\alpha$ -трифтор-3'-изопрокси- $\alpha$ -толуанилида). Механизм действия, особенности применения.

11) Акцепторы электронов от фотосистемы I. Механизм гербицидного действия, требования к структуре и свойствам. Получение *параквата* (1,1'-диметил-4,4'-бипиридилийдихлорида) и *диквата* (1,1'-этилен-2,2'-бипиридилийдигидрофторида).

12) Системные имидазольные фунгициды, механизм действия. Синтез *имазолила* (1-[2-алилокси-2-(2,4-дихлорфенил)]этилимида). Особенности применения имазолила и его ближайших аналогов.

## Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7,5 баллов за вопрос.

1) ГАМК-эргические инсектициды и их механизм действия. Синтез *фипронила* (5-амино-1-(4-трифторметил-2,6-дихлорфенил)4-трифторметилсульфенилпиразол-3-карбонитрил). Сравнение *фипронила* и *гептахлора*.

2) Экдизон и экдизоиды. Роль в развитии насекомых. Диацилгидразиды, механизм действия, получение *тебуфенозида* ( $N^1$ -(1,1-диметилэтил)- $N^2$ -(4-этилбензоил) 3,5-диметилбензо-гидразида).

3) Механизм действия хлорорганических инсектицидов. Синтез *бромпропилата* (4,4'-дигидро-2-метилбензиловой кислоты изопропиловый эфир), преимущества и недостатки по сравнению с ДДТ.

4) Механизм действия фосфорорганических инсектицидов. Арилдиалкилтиофосфаты. Способы получения диметилхлортиофосфата и диэтилхлортиофосфата. На примере *паратиона* ( $O,O$ -диэтил- $O$ -(4-нитрофенил)тиофосфат) и его аналогов показать пути модификации структуры с целью снижения токсичности для теплокровных. Синтез *фентиона* ( $O,O$ -диметил- $O$ -(3-метил-4-метилтиофенил)тиофосфата).

5) ГАМК-эргические инсектициды и их механизм действия. Гексахлорцикlopентадиен. Циклодиеновые инсектициды. Синтез эндосульфана (6,7,8,9,10,10-гексахлор-1,5,5a,6,9,9a-гексагидро-6,9-метано-2,4,3-бензодиокса-тиаепин-3-оксида). Экологические последствия применения персистентных инсектицидов.

6) Применение половых феромонов насекомых для защиты растений. Синтез Z-11-тетрадецнилацетата и Z-9-трикозена.

7) Механизм действия хлорорганических инсектицидов. Получение *ДДТ* (1,1-ди(4-хлорфенил)-2,2,2-трихлорэтан) и *метоксихлора*. Метаболизм в организмах насекомых теплокровных. Проблемы резистентности к хлорорганическим инсектицидам.

8) Ювенильный гормон и ювеноиды. Методы синтеза *метопрена* (изопропиловый эфир (11-метокси-3,7,11-триметилдодека-2,4-диеновой кислоты). Стабильные ювеноиды.

Получение феноксиарба (О-этил N-(2-(4-феноксиарбоксигруппы)этил)карбамата). Практическое использование ювеноидов.

9) Природные пиретрины. Хризантемовая кислота: методы синтеза, фотохимическое окисление и особенности применения хризантематов. *Биоаллетрин* (3-аллил-2-метил-4-оксо-2-циклопентен-1-иловый эфир транс-хризантемовой кислоты). Синергисты.

10) Метилкарбаматы. Механизм действия. Получение *карбарила* (*O*-(1-нафтил)-*N*-метилкарбамата) и *карбофурана* (*N*-метил-*O*-(2,3-дигидро-2,2-диметилбензофур-7-ил)карбамата). Метаболизм карбарила.

### **Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7,5 баллов за вопрос.**

1) Возможный механизм выработки резистентности к варфарину и его аналогам. Синтез куматетралила (4-гидрокси-3-(тетралил-1)кумарины) и бромадиалона (3-[3-(4-бромбифенил-4-ил)-3-гидрокси-1-фенилпропил]-4-гидроксикумарины).

2) Передача нервного импульса в холинergicеском синапсе, гидролиз ацетилхолина, агонисты и антагонисты ацетилхолина в N- и M-холинорецепторах. Синтез карбахолина ((2-карбамоилоксигруппы)триметил-аммоний хлорида) и ривостигмин (*O*-[3-(1-диметиламино)этил]фенил)-*N*-метил-*N*-этилкарбамата).

3) Токсические характеристики 2-хлорэтилзамещенных аминов, способы получения, химические свойства, мутагенная и цитостатическая активность, лекарственное использование 2-хлорэтилзамещенных аминов (эмбихин, сарколизин, циклофосфамид (циклофосфамида (2-(бис(2-хлорэтил)амино)тетрагидро-1,3,2-оксазафосфарин-2-оксида)).

4) Барбитураты в качестве веществ с седативно-снотворным действием. Механизмы проявления биологической активности и способ получения фенобарбитала (5-фенил-5-этилпиримидин-2,4,6-триона).

5) Получение и токсичность этиленфторгидрина и производных монофторуксусной кислоты, токсичность в ряду фторзамещенных высших карбоновых кислот.

6) Нестероидные противовоспалительные препараты. Синтез и особенности применения диклофенака (натриевая соль 2-(2,6-дихлорфениламино)феноксиуксусной кислоты) и цилекоксиба (4-(3-фенил-5-трифторметил-1-пиразолил)бензолсульф-амида).

7) Включение ацетильного фрагмента молекулы CoAS-COCH<sub>3</sub> в цикл трикарбоновых кислот. Превращение лимонной кислоты в цис-аконитовую и изолимонную кислоту, блокировка цикла Кребса фторацетатом и малонатом. Синтез фторацетатов. Токсическая характеристика монофторина (4-(2-фторэтокси)ацетанилида, его син-тез, механизм образования фторацетата).

8) Нейромедиатор торможения гамма-аминомасляная кислота превращается в ферментативных процессах в янтарную. Получение и применение баклофена (4-амино-3-(4-хлорфенил)бутановой кислоты) и вальпроата (натриевой соли 2-пропилвалериановой кислоты).

9) Роль никотинамидадениндинуклеотида в биохимических превращениях, синтез и биологическая активность пиринуриона (*N*-пирид-3-илметил-*N*'-4-нитрофенилмочевины), его синтез.

10) Оpiатные анальгетики, механизм действия, зависимость активности от строения, морфин и героин, механизм привыкания и болезненного пристрастия. Побочные эффекты морфина. Синтетические и эндогенные аналоги. Синтез просидола (4-фенил-1-(2-этоксиэтил)пиперидин-4-илового эфира пропионовой кислоты).

11) Витамин К и антикоагулянтная активность 3-замещенных 4-гидроксикумарины. Способы получения 4-гидроксикумарины и варфарина (3-(3-оксо-1-фенилбутил) 4-гидроксикумарины). Преимущества его применения в качестве ратицида.

12) Нарушение нейромышечной передачи в результате блокировки натриевых и калиевых каналов, токсичность сакситоксина, тетродотоксина и  $\text{Na}^+,\text{K}^+$ -АТФ-азы и сердечные гликозиды, их связь с кортикостероидами. Синтез и применение фенитоина (5,5-дифенилимидазолидин-2,4-диона).

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (7 семестр – экзамен)**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 14 баллов, вопрос 2 – 13 баллов, вопрос 3 – 13 баллов.

1. Основные представления о строении мультиполлярного нейрона (дendриты, soma, аксон, нервное окончание), принцип функционирования натриевого и калиевого каналов, натрий-калиевого насоса ( $\text{Na}^+,\text{K}^+$ -АТФ-азы).
2. Энкефалины, их роль в регуляции болевого ощущения, зависимость активности от строения, стабильные пептиды с анальгетической активностью. Энкефалиназа и тиорфан.
3. Передача нервного импульса в холинэргическом синапсе, экзоцитоз везикул с ацетилхолином, агонисты и антагонисты ацетилхолина в N- и M-холинорецепторах.
4. Блокаторы деполяризации и деполяризаторы постсинаптической мембранны. Зависимость активности от строения для бис-четвертичных аммонийных соединений. Гипотеза Хромова-Борисова. Токсичность метил- и диметилкарбаматов.
5. Карbamаты с инсектицидными и лекарственными свойствами, получение диметилкарбамоилхлорида и севина ( $\text{N},\text{N}$ -диметил- $\alpha$ -нафтилкарбамат).
6. Гормональная регуляция процесса линьки у насекомых, роль ювенильного гормона и его синтетические аналоги. Биорациональный подход к структуре метопрена и его синтез.
7. Нарушение нейромышечной передачи в результате блокировки натриевых и калиевых каналов,  $\text{Na}^+,\text{K}^+$ -АТФ-аза и сердечные гликозиды, их связь с кортикостероидами. Токсичность сакситоксина, тетродотоксина и батрахо-токсина, перспективы токсинного оружия.
8. Принцип построения дезоксирибонуклеиновых и нуклеиновых кислот, действие на ДНК  $\beta$ -хлорэтиламинов, противораковые средства на основе производных  $\beta$ -хлорэтиламинов.
9. Роль холинэстеразы в функционировании холинэргического синапса. «Истинная» и «ложная» холинэстеразы, обратимая и необратимая блокировка холинэстеразы соединениями с фосфорилирующей способностью.
10. Нейромедиатор торможения  $\gamma$ -аминомасляная кислота превращается в ферментативных процессах в янтарную. Предложите схему соответствующих ферментативных реакций. Биологическая активность валпроата.
11. Возможности лекарственного использования  $\gamma$ -оксимасляной кислоты (ГАМК) и  $\gamma$ -аминомасляной кислоты, ее производные (пикамилон, пангам).

12. Химизм блокировки пиридоксальфосфатзависимых ферментов гидразидами и производными пиримидина, синтез кримидина (4-диметиламино-6-метил-2-хлор-пиримидина), токсические характеристики этих соединений.
13. Фосфорорганические инсектициды, зависимость активности от строения производных кислот фосфора с фосфорилирующей способностью (формула Шрадера). Зависимость токсичности от строения в ряду замещенных нитрофениловых эфиров фосфорной и тиофосфорной кислоты (тиофос и его аналоги), трихлормеитафос.
14. Получение хлорофоса (диметилового эфира 2,2,2-трихлор-1-гидроксиэтилфосфоновой кислоты), его соответствие формуле Шрадера, летальный синтез (образование дихлофоса).
15. Токсичность и механизм биологической активности ботулотоксина и тетанотоксина.
16. Оpiатные анальгетики, механизм действия, зависимость активности от строения, морфин и героин, механизм привыкания и болезненного пристрастия. Побочные эффекты морфина. Синтетические и эндогенные аналоги.
17. Патогенные грибы и микотоксины, контактные и системные фунгициды. Недостатки и преимущества контактных фунгицидов. Этилмеркурхлорид (гранозан) и дитиокарбаматы. Способы получения.
18. Способы получения и фунгицидная активность 2-замещенных бензимидазолов, БМК (N-бензимидазол-2-ил-О-метилкарбамат)беномил и тиабенд-азол.
19. Фунгицидная активность замещенных триазолов, механизм действия и способ получения триадименола.
20. Принцип функционирования нейрона торможения, комплекс протеинов постсинаптической мембраны синапса торможения: ГАМК-рецептор, его агонисты и антагонисты, связывающие центры пуринового и индольного типов, фосфодиэстераза и хлорный канал.
21. Хлорорганические инсектициды, ДДТ, аддукты гексахлорцикlopентадиена, экологические последствия использования персистентных арохимических препаратов. Синтез ДДТ и гексахлорана, проблема использования изомеров гексахлорана.
22. Механизм гиперполяризации мембранны нейрона возбуждения и его последствия. Блокаторы хлорных каналов, основные представители. Токсины возбудителя столбняка и механизм действия тетанотоксина и тетанолизина.
23. Инсектицидная активность пиретринов и пиретроидов, получение эфиров хризантемовой кислоты (2,2-диметил-3-(2,2-диметилвинил)цикlopрапанкарбоновой кислоты).
24. Пиретроиды на основе перметриновой кислоты (2,2-диметил-3-(2,2-дихлорвинил)цикlopрапанкарбоновой кислоты). Способ ее получения из эфира  $\beta$ -венилизовалиановой кислоты.
25. Инсектицидная активность фенвалерата. Получение эфира  $\alpha$ -(4-хлорфенил)-изовалериановой кислоты и циангидрина 3-феноксибензальдегида.
26. Седативно-снотворные препараты. Барбитураты и бензодиазепины. Механизмы проявления биологической активности и способы получения барбитуратов.

27. Вещества психотического действия (атропин, BZ), зависимость биологической активности от строения. синтез бензиловой кислоты и изопро-пилфенилгликолевой кислоты.
28. Способ получения хинуклидинола и N-метилпиперидинола. Использование аминоэфиров бензилатов и гликолятов в качестве инкапситантов.
29. Синтетические аналоги ГАМК (ГОМК, баклофен, цетиловый эфир ГАМК), пирацетам (ноотропил), пикамилон и пангам. Вальпроевая (2-пропил-валериановая) кислота, механизм действия.
30. Основные представления о механизме генерирования болевого ощущения, механизм действия аспирина и парацетамола. Капсаицин, морфолид пеларгоновой кислоты и ванилиламид олеиновой кислоты.
31. Механизм образования нейромедиаторов (дофамина, норадреналина, серотонина. ГАМК) в результате декарбоксилирования аминокислот в присутствии пиридоксальфосфатзависимых ферментов.
32. Пути поступления ксенобиотиков в организм. Общее представление о гематоэнцефалическом барьере. Абсолютная, медианная и начальная токсичность, токсодоза, минимальная эффективная доза и инкапситантная доза. Понятие терапевтической широты. Эффект сублетальных доз (хроническая токсичность), накопление ксенобиотика и последствий его воздействия, определение предельно допустимых концентраций (ПДК).
33. Зависимость активности от строения для нейростимуляторов, механизм биологической активности фенилэтиламинов. Кофеин, фенамин, бензедрин, эфедрин, экстази.
34. Общая схема биоэнергетических превращений и пути ее нарушения на пути образования пирувата, ацетил-кофермента А, в цикле Кребса и в окислительном фосфорилировании в митохондриях.
35. Антагонисты гистамина в H<sub>1</sub>- и H<sub>2</sub>-рецепторах. Биорациональный подход к поиску антагонистов гистамина в H<sub>2</sub>-рецепторах. Синтез противоязвенного препарата циметидина – 1-циано-2-метил-3-[2-(5-метилимидазол-4-ил)-метил-тиоэтил]-гуанидина.
36. Основные галлюциногены, связь их строения с нейростимуляторами, тетрагидроканнабинол. Псилоцин, алкалоиды спорыни и диэтиламид лизергиновой кислоты.
37. Биологическая активность производных карбаминовой кислоты, инсектициды, лекарственные средства и высокотоксичные соединения среди карбаматов. Синтез севина (N-метил-O-α-нафтилкарбамата).
38. Определение и классификация психоактивных соединений, нейромедиаторы центральной нервной системы и типичные представители различных классов психоактивных соединений.
39. Токсические характеристики фосфорорганических инсектицидов, зависимость активности от строения в ряду фосфорилированных и тиофосфорилированных нитрофенолов.
40. Инсектицидная активность производных дитиофосфорной кислоты, получение карбофоса (O,O-диметил-S-[1,2-бис(этоксикарбонил)этил]дитио-фосфат),

- фосфамида (О,О-диметил-S-(метилкарбамоилметил)дитиофосфат. Резистентность к фосфорорганическим инсектицидам.
41. Инсектицидная активность хлорофоса (диметиловый эфир 1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтил)фосфоновой кислоты, его получение, «летальный синтез» с образованием дихлофоса.
42. Высокотоксичные фосфорорганические соединения, получение дизопропилфторфосфата и этилового эфира диметиламида цианфосфорной кислоты.
43. Витамин К и антикоагулянтная активность 3-замещенных 4-гидрокси-кумаринов. Способы получения 4-гидроксикумарина. Синтез варфарина.
44. Витамин К и антикоагулянтная активность 2-замещенных 1,3-индандинов. Способ получения фентолацина (2-( $\alpha$ -фенил- $\alpha$ -4-метилфенилацетил)индан-1,3-диона).
45. Лекарственные средства с антикоагулянтной активностью, получение дикумарола, его недостатки, и получение фенилина (2-фенил-1,3-индандиона).
46. Возможный механизм выработки резистентности к варфарину и его аналогам, получение куматетралила (4-гидрокси-3-(тетралил-1)кумарина. Антикоагулянтные яды острого действия с бифениильными остатками.
47. Эмпирический подход к поиску ратицида в ряду замещенных дифениламинов. Синтез брометалина – N-метил(2,4-динитро-6-трифторметил)-(2',4',6'-трибром)дифениламина.
48. Модификации структуры морфина с целью получения эффективного и безопасного обезболивающего средства. Образование апоморфина из морфина и его биологическая активность.
49. Способы получения дихлорангидрида метилфосфоновой кислоты (реакция Арбузова, термолиз диметилфосфита, окислительное фосфорилирование метана, реакции Перрена и изомеризация метилдихлорфосфита, фосфорилирование метана трихлоридом фосфора).
50. Возможность реактивации фосфорилированной холинэстеразы, компоненты антидотных композиций для фосфорорганических ядов. Взаимодействие фторфосфатов с гидроксамовыми кислотами и оксимами альдегидов и монооксимами дикетонов.
51. Мепробамат (1,3-бис(карбамоилокси)-2-метил-2-пропилпропан) в качестве седативного средства, способ его получения, подход к этой структуре исходя из монотолилового эфира глицерина.
52. Биохимические последствия нарушения транспорта электронов в фотосистеме II. Способы получения и гербицидная активность N,N-диметил-N'-(2,4-дихлорфенил)-мочевины, экологические последствия накопления в окружающей среде продуктов превращения 3,4-дихлоранилина и менее персистентные замещенные мочевины.
53. Гербицидная активность замещенных симмтриазинов, избирательность. Получение цианурхлорида и синтез на его основе симазина.
54. Гербициды – акцепторы электронов в фотосистеме I, их токсическая характеристика. Синтез дипиридильных оснований. Механизм генерирования активного кислорода.
55. Ингибиторы биосинтеза хлорофилла из группы дифениловых эфиров. Получение нитрофена – 2,4-дихлор-4'-нитродифенилоксида.

56. Роль каротиноидов в фотосинтезе. Последствия блокировки их биосинтеза. Получение фторметурана (N,N-диметил-N'-3-трифторметилфенилмоче-вины).
57. Ингибиторы клеточного деления, нарушающие сборку микротрубочек, их использование в химиотерапии и в качестве гербицидов. Получение трифлуралина (2,6-динитро-4-трифторметил-N,N-дипропиламилина).
58. Блокировка биосинтеза липидов производными тиокарбаминовой кислоты, получение бентиокарба (S-4-хлорбензил-N,N-диэтилтиокарбамата).
59. Блокировка биосинтеза липидов замещенными анилидами хлоруксусной кислоты. Получение алахлора (N-метоксиметил-N-хлорацетил-2,6-диметил-анилина). Нейтрализация алкилаторов глютатионом.
60. Блокировка биосинтеза ароматических аминокислот глифосатом (фосфонометилглицином). Способы его получения и токсичность для теплокровных.
61. Блокировка биосинтеза алифатических аминокислот сульфонилгетерилмочевинами. Получение сульфуронметила (Oust®, N-2-метоксикарбонил-фенилсульфонил-N'-4,6-диметилпirimидин-2-илмочевина).
62. Гербицидная активность и способ получения глюфосината (БАСТА, 2-ами-но-4-метилфосфинил-масляная кислота). Ее антиметаболитная активность.
63. Производные фосфонкарбоновой кислоты, их получение и свойства. Арборицидная активность кренайта (соли моноэтилового эфира карбамоилфосфоновой кислоты) и противовирусная активность фосфонформиата натрия.
64. Фитогормоны, их отличие от гормонов животных. Гормон роста гетероауксин, его образование из триптофана. Синтез и биологическая активность замещенных феноксикусных кислот.
65. Антагонисты ауксинов, суффикс (этиловый эфир N-бензоил-N-3,4-дихлорфенилаланина) и метиловый эфир 2-[4-(2,4-дихлорфенокси)фенокси]-пропионовой кислоты (дихлофоп-метил). Способ получения дихлофопметила.
66. Цитокинины, их роль в развитии растений, дефолиантная активность тиадиазурина (N-1,2,3-тиадиазол-5-ил-N'-фенилмочевины) и N-1,2,4-триазол-4-ил-N'-фенилмочевины, способы их получения.
67. Фитогормональная регуляция развития растений, ингибиторы роста. Роль этилена. Образование этилена в растениях из аминоциклогексанкарбоновой кислоты. Дефолирующая активность 2-хлорэтилфосфоновой кислоты, ее свойства, способ ее получения.
68. Гербицидная и цитокининовая активность сульфонилгетерилмочевин, синтез сульфонилизоцианатов и их взаимодействие с аминозамещенными гете-роциклами. Механизм гербицидной активности сульфонилгетерилмочевин.

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

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

Экзамен по дисциплине «Химия и механизмы действия биологически активных веществ» проводится в 7 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам

рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

|  |   |
|--|---|
| <p>«Утверждаю»<br/>Зав. кафедрой<br/>ХТБМП<br/><br/>_____<br/>М.С. Ощепков<br/><br/>«__» ____ 20 ____ г.</p> | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b><br/><b>Российский химико-технологический университет</b><br/><b>имени Д.И. Менделеева</b><br/><b>Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов</b></p>   |
|  | <p><b>Направление подготовки бакалавров</b><br/><b>18.03.01 Химическая технология, Профиль «Технология</b><br/><b>органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и</b><br/><b>косметических средств»</b></p>  |
|  | <p><b>«Химия и механизмы действия биологически активных</b><br/><b>веществ»</b></p>   |
|  | <p><b>Экзаменационный билет №1</b></p>  |
|  | <p>1. Роль липоевой кислоты в катаболическом превращении пирувата в цикле Кребса. Блокировка дигидролипоевой кислоты ионами тяжелых металлов (мышьяк, ртуть, таллий и др.), органическими производными мышьяка, получение 2-хлорвинил-дихлорарсина, антидоты.</p> |
|  | <p>2. Стробилурин, модификация его структуры с целью получения фунгицида с повышенной стабильностью и активностью. Синтез азоксистробина.</p>   |
|  | <p>3. Моноксид углерода, его токсичность. Получение моноксида углерода и его использование в оксосинтезе. Карбонилы металлов, синтез, свойства и токсичность.</p>   |

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

### **A. Основная литература**

1. Коваленко Л.В., Попков С.В. Психоактивные соединения. Химия и биологическая активность: Учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2012. – 124 с.
2. Коваленко Л.В., Ощепков М.С., Соловьева И.Н. Химия и биологическая активность фосфорорганических соединений: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2015. - 156 с.
3. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: Учеб. пособие - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 229 с.
4. Кочетков К.А., Калистратова А.В. Региоселективный синтез биологически активных веществ: учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. – 123 с.
5. Попков С.В., Кузенков А.В., Бурдейный М.Л., Захарычев В.В., Дашкин Р.Р., Шарипов М.Ю., Ярёменко И.А. Получение синтетических биологически активных веществ и промежуточных продуктов. Лабораторный практикум. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017.
6. Соловьева И.Н., Ткаченко С.В., Коваленко Л.В., Дегтярев В.П. Основы нейрохимии в норме и при патологии: Учебное пособие – М.: Издательство РХТУ, 2019. – 156 с.

### **Б. Дополнительная литература**

1. Захарычев В.В., Грибы и фунгициды. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2003.;
2. Захарычев В.В., Гербициды и регуляторы роста растений. Основы биохимии и применения. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2007

3. Мельников Н.Н., Пестициды. Химия, технология и применение. М.: Химия, 1987, 712 с.
4. Машковский М.Д., Лекарственные средства. В двух томах. Т. 1 – изд. 13-е – Харьков: Торсинг, 1998, 560 с., Т. 2 – изд. 13-е – Харьков: Торсинг, 1998, 592 с.
5. Александров В.Н., Емельянов В.И. Отравляющие вещества. М.: Воениздат, 1990, 271 с.
6. Альберт А. Избирательная токсичность. В двух томах. Т. 1 – М.: Медицина, 1989, 400 с., Т. 1 – М.: Медицина, 1989, 432 с.

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

1. Журнал «Chemical Research in Toxicology», ISSN 1520-5010
2. Журнал «Journal of Medicinal Chemistry», ISSN 1520-4804
3. Журнал «Advanced in molecular toxicology», ISSN 1872-0854

## **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 «Химия и механизмы действия биологически активных веществ» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

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

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации материала (ноутбук, проектор, экран) и учебной мебелью.

Химическая лаборатория, оснащенная вытяжными шкафами, лабораторными столами, техническими весами (до 3-го знака), роторно-пленоочными испарителями, магнитными мешалками с подогревом, водоструйными насосами, сушильным шкафом, расходными материалами (лабораторная посуда, реагенты, растворители).

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

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям, образцы биологически активных веществ, эталонные спектры чистых соединений.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

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

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки            | Примечание   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|--|--|--|
| 1.    | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | бессрочная   |
| 2.    | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.    | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) | 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                                     |
|---|--|--|
| <b>Раздел 1. Химия и механизмы действия агрохимических препаратов</b> | <b>Знает:</b><br>– Области применения и классификацию биологически активных веществ;<br>– Принципы и методы разработки биологически активных веществ с заданными свойствами; | Оценка за контрольную работу №1<br><br>Оценка за лабораторные работы |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>– Современные представители основных классов гербицидов, регуляторов роста, инсектицидов, фунгицидов, зооцидов, высокотоксичных веществ, лекарственных препаратов;</p> <p>– Методы синтеза и особенности производства рассматриваемых в рамках дисциплины классов биологически активных веществ;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать различные методы синтеза биологически активных веществ и выбирать наиболее оптимальные подходы с точки зрения возможности их реализации на практике;</li> <li>– Обосновать применение различных классов биологически активных веществ в зависимости от особенностей применения, вида вредоносных организмов, возникновения резистентности, а также нарушения нормальной деятельности организма человека;</li> <li>– По химической структуре соединения выявить фармакофорные фрагменты и обосновать механизм действия биологически активных веществ;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методами синтеза рассматриваемых в рамках дисциплины классов биологически активных веществ;</li> <li>– Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ.</li> </ul> | Оценка за экзамен  |
| <b>Раздел 2. Химия и механизмы действия веществ, нарушающих течение биоэнергетических процессов</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Области применения и классификацию биологически активных веществ;</li> <li>– Принципы и методы разработки биологически активных веществ с заданными свойствами;</li> <li>– Современные представители основных классов гербицидов, регуляторов роста, инсектицидов, фунгицидов, зооцидов, высокотоксичных веществ, лекарственных препаратов;</li> <li>– Методы синтеза и особенности</li> </ul>   | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>производства рассматриваемых в рамках дисциплины классов биологически активных веществ;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать различные методы синтеза биологически активных веществ и выбирать наиболее оптимальные подходы с точки зрения возможности их реализации на практике;</li> <li>– Обосновать применение различных классов биологически активных веществ в зависимости от особенностей применения, вида вредоносных организмов, возникновения резистентности, а также нарушения нормальной деятельности организма человека;</li> <li>– По химической структуре соединения выявить фармакофорные фрагменты и обосновать механизм действия биологически активных веществ;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методами синтеза рассматриваемых в рамках дисциплины классов биологически активных веществ;</li> <li>– Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ.</li> </ul> |  |
| <p><b>Раздел 3. Химия и токсикология психоактивных веществ</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Области применения и классификацию биологически активных веществ;</li> <li>– Принципы и методы разработки биологически активных веществ с заданными свойствами;</li> <li>– Современные представители основных классов гербицидов, регуляторов роста, инсектицидов, фунгицидов, зооцидов, высокотоксичных веществ, лекарственных препаратов;</li> <li>– Методы синтеза и особенности производства рассматриваемых в рамках дисциплины классов биологически активных веществ;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать различные методы синтеза биологически активных веществ и выбирать наиболее</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за лабораторные работы</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>оптимальные подходы с точки зрения возможности их реализации на практике;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Обосновать применение различных классов биологически активных веществ в зависимости от особенностей применения, вида вредоносных организмов, возникновения резистентности, а также нарушения нормальной деятельности организма человека;</li> <li>– По химической структуре соединения выявить фармакофорные фрагменты и обосновать механизм действия биологически активных веществ;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методами синтеза рассматриваемых в рамках дисциплины классов биологически активных веществ;</li> <li>– Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ.</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», принятых 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  
«Химия и механизмы действия биологически активных веществ»**

**основной образовательной программы  
по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология,  
профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов  
и косметических средств»**

**Форма обучения: очная**

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Химия и биологическая активность элементоорганических соединений»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»**

**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена на кафедре химии и технологии биомедицинских препаратов.

Авторы программы: д.х.н., проф. Коваленко Л.В., к.х.н., доц. А.Г. Поливанова.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Химия и биологическая активность элементоорганических соединений» относится к дисциплинам по выбору части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганической и общей химии, органической химии и биохимии.

**Цель дисциплины** – формирование у студентов систематизированных знаний и практических навыков, позволяющих решать теоретические и практические задачи получения известных и новых органических и элементоорганических соединений для применения их в различных научно-технических областях.

### Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области органических соединений, в составе которых атомы углерода непосредственно связаны с атомами металлов и элементов с вакантными d- и f-орбиталами;
- формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области биологической активности элементоорганических соединений.

Дисциплина «Химия и биологическая активность элементоорганических соединений» преподается в 6-м 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>  |   |   |   |  |
| 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-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов<br><br>ПК-3.2 Знает теоретические основы технологических процессов получения биологически активных веществ различных классов и готовых продуктов на их основе, а также нормативные требования, предъявляемые к их производству и обороту | 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.<br><br>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.<br><br>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5). |

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

– Способы получения и химические свойства металлорганических соединений, фосфорорганических соединений и органических производных мышьяка, серы и селена; основные механизмы ингибиции жизненно важных ферментов элементоорганическими соединениями и антиметаболитного действия производных кислот фосфора.

*Уметь:*

– Использовать элементоорганические соединения в качестве реагентов органического синтеза;

– Оценивать потенциальную опасность работы с элементоорганическими соединениями, выявлять токсофорные и фармакофорные группы;

– Прогнозировать методы синтеза и свойства соответствующих соединений с гетероатомами;

– На основании строения электронной оболочки гетероатома оценивать реакционную способность и стабильность соответствующих органических производных элементов;

– Классифицировать элементоорганические соединения.

*Владеть:*

– Номенклатурой элементоорганических соединений;

– Навыками биорационального подхода к конструированию новых биологически активных соединений, включающих гетероатомы

– Методологией включения элементоорганических соединений в схемы получения соединений с требуемыми свойствами.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |            |            |
|--|------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>5</b>         | <b>180</b> | <b>135</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,33</b>      | <b>48</b>  | <b>36</b>  |
| Лекции   | 1,33             | 48         | 36         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,67</b>      | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,67             | 96         | 72         |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                  |            |            |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1                | 0,3        | 0,225      |
| Подготовка к экзамену.                         |                  | 35,7       | 26,775     |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Экзамен</b>   |            |            |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| №<br>п/п  | Раздел дисциплины                                      | Академ. часов |           |                |
|-----------|--|---------------|-----------|----------------|
|           |  | Всего         | Лекции    | Сам.<br>работа |
| <b>1.</b> | <b>Металлорганические соединения</b>                   | <b>54</b>     | <b>18</b> | <b>36</b>      |
| 1.1       | Органические производные металлов первой группы        | 9             | 2         | 7              |
| 1.2       | Органические производные металлов второй группы        | 11            | 4         | 7              |
| 1.3       | Органические производные металлов третьей группы       | 11            | 4         | 7              |
|           | Органические производные металлов четвертой группы     | 11            | 4         | 7              |
|           | Органические производные металлов пятой группы         | 12            | 4         | 8              |
| <b>2.</b> | <b>Фосфорорганические соединения</b>                   | <b>48</b>     | <b>18</b> | <b>30</b>      |
| 2.1       | Общая характеристика и области применения.             | 25            | 10        | 15             |
| 2.2       | Биологическая активность фосфорорганических соединений | 23            | 8         | 15             |
| <b>3.</b> | <b>Органические производные серы и селена</b>          | <b>42</b>     | <b>12</b> | <b>30</b>      |
| 3.1       | Органические производные серы                          | 21            | 6         | 15             |
| 3.2       | Селенорганические сединения                            | 21            | 6         | 15             |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>144</b>    | <b>48</b> | <b>96</b>      |
|           | <b>Экзамен</b>   | <b>36</b>     | -         | -              |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>180</b>    | -         | -              |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Введение

Значение дисциплины «Химия и биологическая активность элементорганических соединений» для подготовки специалистов в области синтеза биологически активных веществ. Общие представления о химических свойствах элементорганических соединений в соответствии с положением атома элемента в Периодической таблице Д.И.Менделеева и о способах их получения.

### Раздел 1. Металлорганические соединения

1.1. Органические производные металлов первой группы. Способы получения и химические свойства литий-, натрий и калийорганических соединений. Реакция Вюрца-Фиттига.

1.2. Органические производные металлов второй группы. Магнийорганические соединения. Реакции Барбье и Гриньяра, реакционная способность органических галогенидов, растворители и условия проведения реакций. Использование магний- и литийорганических соединений в органическом синтезе. Цинкорганические соединения. Реакция Реформатского и другие превращения с участием цинкорганических соединений. Ртутьорганические соединения. Способы получения и токсикологические характеристики, этилмеркурхлорид (гранозан). Ртутные загрязнения окружающей среды.

1.3. Органические производные металлов третьей группы. Бороганические соединения. Способы получения боранов, бориновых и бороновых кислот. Бороновые кислоты и их эфиры в органическом синтезе, реакции Сузуки. Фармакологическая активность производных бороновых кислот, нейтронозахватная терапия злокачественных опухолей. Алюминийорганические соединения. Способы получения и свойства. Использование алюминийорганических соединений в органическом синтезе, катализ полимеризации олефинов.

1.4. Органические производные металлов четвертой группы. Кремнийорганические соединения. Кремний в живой природе. Специфика связи атома углерода с атомом кремния. Получение кремнийорганических соединений, особенности технического оформления синтеза кремнийорганических соединений из элементного кремния и органических галогенидов. Реактивы Гриньяра в химии кремнийорганических соединений. Химические свойства кремнийорганических соединений, полисилоксаны. Использование кремнийорганических соединений в качестве биологически активных веществ, силатраны. Метаболизм кремнийорганических соединений. Оловоорганические соединения. Способы получения и свойства органических производных олова, использование в промышленности и в качестве пестицидов. Органические производные свинца. Способы получения и свойства свинецорганических соединений.

1.5. Органические производные металлов пятой группы. Мышьякорганические соединения. Способы получения, реакции Барта, Мейера и Бешама. Токсичность органических производных мышьяка, хлорвинилхлорарсины, фенарсазинхлорид. Механизм токсического действия мышьякорганических соединений, антидоты. Сальварсан и неосальварсан.

## **Раздел 2. Фосфорорганические соединения**

2.1. Общая характеристика и области применения. Органические производные фосфорной кислоты в живой природе. Номенклатура и классификация фосфорорганических соединений (ФОС). Способы получения органических производных кислот три- и тетракоординированного фосфора, реакции Михаэлиса-Арбузова, Михаэлиса-Беккера и другие способы образования РС-связей, реакция Перкова и фосфонат-фосфатные перегруппировки. Органические производные тиокислот фосфора. Фосфины и фосфониевые соли. Использование ФОС в органическом синтезе: реакции Виттига и Хорнера-Вадсворт-Эммонса.

2.2. Биологическая активность ФОС. Антихолинэстеразные, нейротоксические и антиметаболитные свойства органических производных кислот фосфора. Фосфорорганические отравляющие вещества и инсектоакарициды. Фитоактивные ФОС — глифосат, фосфинотрицин (БАСТА), хлорэтилфосфоновая кислота и карбамоилфосфонаты. Лекарственные средства на основе ФОС: циклофосфан, фосфиномицин, бисфосфонаты и др.

## **Раздел 3. Органические производные серы и селена 3.1. Описание подраздела**

3.1. Органические производные серы. Номенклатура и классификация сераорганических соединений. Способы получения и свойства сульфидрильных соединений, тиоэфиров и сульфоксидов. Сульфиновые, сульфеновые и сульфоновые кислоты. Применение сераорганических соединений в органическом синтезе, реакции Кори-Чайковски и другие превращения сульфониевых соединений. Соединения серы в живой природе. Серасодержащие аминокислоты, коферменты и простетические группы. Глютатион. Метаболизм природных сераорганических соединений. Токсичные сераорганические соединения.

3.2. Селенорганические сединения. Токсикологические характеристики неорганических и органических производных селена, способы получения и свойства селенорганических соединений. Антиоксидантные свойства селенорганических соединений (эбселен).

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел 1   | Раздел 2 | Раздел 3 |
|--|--|--|----------|----------|
|  | <b>Знать:</b>  |  |          |          |
| 1  | – Способы получения и химические свойства металлорганических соединений, фосфорорганических соединений и органических производных мышьяка, серы и селена; основные механизмы ингибирования жизненно важных ферментов элементоорганическими соединениями и антиметаболитного действия производных кислот фосфора. | +  | +        | +        |
|  | <b>Уметь:</b>  |  |          |          |
| 2  | – Использовать элементоорганические соединения в качестве реагентов органического синтеза;   | +  | +        | +        |
| 3  | – Оценивать потенциальную опасность работы с элементоорганическими соединениями, выявлять токсофорные и фармакофорные группы;  | +  | +        | +        |
| 4  | – Прогнозировать методы синтеза и свойства соответствующих соединений с гетероатомами;   | +  | +        | +        |
| 5  | – На основании строения электронной оболочки гетероатома оценивать реакционную способность и стабильность соответствующих органических производных элементов;  | +  | +        | +        |
| 6  | – Классифицировать элементоорганические соединения   | +  | +        | +        |
|  | <b>Владеть:</b>  |  |          |          |
| 7  | – Номенклатурой элементоорганических соединений;   | +  | +        | +        |
| 8  | – Навыками биорационального подхода к конструированию новых биологически активных соединений, включающих гетероатомы;  | +  | +        | +        |
| 9  | – Методологией включения элементоорганических соединений в схемы получения соединений с требуемыми свойствами;   | +  | +        | +        |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i> |  |  |          |          |
|  | <b>Код и наименование ПК</b>   | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b> |          |          |

|    |  |  |   |   |   |
|----|--|--|---|---|---|
| 10 | <p>ПК-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств</p> | <p>ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов</p> <p>ПК-3.2 Знает теоретические основы технологических процессов получения биологически активных веществ различных классов и готовых продуктов на их основе, а также нормативные требования, предъявляемые к их производству и обороту</p> | + | + | + |
|----|--|--|---|---|---|

## 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                    | Способы получения и химические свойства органических производных лития и натрия | 1    |
| 2     |                      | Реакции Барбье и Гриньяра, реактивы Гриньяра в органическом синтезе             | 2    |
| 3     |                      | Использование в органическом синтезе цирк- и бороганических соединений          | 1    |
| 4     |                      | Химия кремнийорганических соединений  | 1    |
| 5     |                      | Химия и биологическая активность органических производных мышьяка               | 1    |
| 6     | 2                    | Способы получения эфиров кислот три- и тетракоординированного фосфора           | 1    |
| 7     |                      | Зависимость активности от строения в ряду ФОС с антихолинэстеразной активностью | 1    |
| 8     |                      | Способы получения ФОС с РС-связями  | 1    |
| 9     |                      | Получение ФОС с инсектицидной активностью                                       | 1    |
| 10    |                      | Фитоактивные ФОС  | 1    |
| 11    |                      | Использование ФОС в органическом синтезе  | 1    |
| 12    | 3                    | Способы получения и химические свойства сераорганических соединений             | 1    |
| 13    |                      | Соединения серы в природе   | 1    |
| 14    |                      | Использование сераорганических соединений в органическом синтезе                | 1    |
| 15    |                      | Химия и биологическая активность селенорганических соединений                   | 1    |

## 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 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 60 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

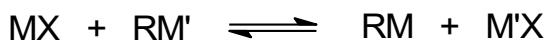
### **8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

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. Приведите конкретные примеры и условия проведения реакции, соответствующей общей схеме



2. Реакция магнийорганических соединений с карбонильными соединениями, со сложными эфирами, с ортоэфирами.

3. Способы получения литийорганических соединений. Условия проведения реакций, побочные реакции.

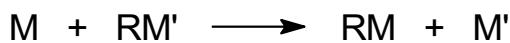
4. Способы получения и свойства ртутьорганических соединений.

#### **Вопрос 1.2.**

1. Способы получения цинкорганических соединений.

2. Синтез реактивов Гриньяра, исходные соединения, растворители.

3. Приведите конкретные примеры и условия проведения реакции, соответствующей общей схеме



4. Использование цинкорганических соединений в органическом синтезе, реакция Реформатского, цинкорганические соединения в синтезе кетонов

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

#### **Вопрос 2.1.**

1. Три возможных направления использования кремнийорганических соединений в химии биологически активных соединений, привести примеры.
2. Получение соединений с РС-связями на основе гидрофосфорильных соединений.
3. Способы получения кремнийорганических соединений.
4. Реакции Виттига и Хорнера-Вадсворт-Эммонса.

#### **Вопрос 2.2.**

1. Способы получения эфиров кислот трикоординированного фосфора.
2. Реакция Абрамова и фосфонат-фосфатная перегруппировка.

3. Способы получения и свойства арилбороновых кислот.
4. Реакция Михаэлиса-Арбузова, реакционная способность исходных соединений и побочные продукты.

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

**Вопрос 3.1.**

1. Антихолинэстеразная активность фосфорорганических соединений. Обратимое и необратимое ингибиование холинэстеразы. Реактивация холинэстеразы производными гидроксиламина.
2. Механизм токсического действия мышьякорганических соединений. Антидоты при отравлениях производными тяжелых металлов.
3. Гербицидная активность фосфонометилглицина (глифосата). Способы его получения. Экологические последствия широкого использования глифосата.
4. Получение мышьякорганических соединений по реакциям Барта и Мейера.

**Вопрос 3.2.**

1. Зависимость токсичности от строения для фосфорорганических соединений, эмпирическая формула Шрадера. Примеры соединений с инсектицидной активностью, механизм выработки резистентности.
2. Взаимодействие трихлорида мышьяка с ароматическими соединениями и с ацетиленом, токсичность  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -льюизита. Фенарсазинхлорид (адамсит).
3. Фосфорорганические соединения с противовирусной активностью. Получение фосфонуксусной кислоты и тринатриевой соли фосфонкарбоновой кислоты. Механизм противовирусной активности.
4. Получение хлорофоса и дихлофоса (ДДВФ). Метаболическое превращение с образованием токсичных соединений на примере хлорофоса («летальный синтез»).

**8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен)**

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

1. Реакция Кабачника-Филдса и реакция Пудовика.
2. Основные способы получения металлорганических соединений.
3. Химические свойства и способы получения литийорганических соединений.
4. Получение алкиларсоновых кислот по реакции Меера, получение ариларсоновых кислот по реакции Барта.
5. Реакции литий- и магнийорганических соединений с альдегидами, кетонами и сложными эфирами.
6. Номенклатура фосфорорганических соединений.
7. Роль растворителей при получении литий- и магнийорганических соединений.
8. Получение диметилового эфира 1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтилфосфоновой кислоты, фосфонат-фосфатная перегруппировка в присутствии оснований.

9. Способы получения и практическое использование органических производных свинца.
10. Способы получения карбонильных соединений из реагентов Гриньяра, ортоэфиров и нитрилов карбоновых кислот.
11. Реакции ацидолиза при получении диалкилфосфитов. Окисление и галогенирование диалкилфосфитов.
12. Получение силильных аналогов биологически активных веществ. Их метаболизм.
13. Способы получения и свойства алюминийорганических соединений.
14. Жидкость Кадэ. Хлорвинилхлорарсины, получение, токсикологические характеристики.
15. Получение арилбороновых кислот и использование их в реакции Сузуки.
16. Взаимодействие  $\alpha$ -галогензамещенных кетонов с триалкилфосфитами (реакция Перкова).
17. Способы получения арильных хлорарсинов, их биологическая активность.
18. Способы получения кремнийорганических соединений, силиконовые полимеры.
19. Реакции Барта и Несмиянова.
20. Способы получения диэфиров фосфористой кислоты, реакция Абрамова.
21. Реакция Вюрца-Фиттига, роль натрийорганических соединений в реакциях арилхлоридов с металлическим натрием при получении элементоорганических соединений.
22. Присоединение диалкилфосфитов к кратным связям, реакция Абрамова. Образование карбамоилфосфатов и реакция Пудовика.
23. Способы получения цинкорганических соединений и их использование в реакции Реформатского и для получения карбонильных соединений.
24. Ртутьорганические соединения. Способы получения, химические свойства и токсичность. Гранозан (этилмеркурхлорид).
25. Превращения функционализированных по  $\beta$ -положению кремнийорганических соединений.
26. Ингибиование холинэстеразы соединениями с ацилирующей способностью, особенности ингибиования производными кислот фосфора, формула Шрадера.
27. Способ получения и биологическая активность силатранов.
28. Получение полных ариловых и алкиловых эфиров фосфористой кислоты.
29. Способы получения и практическое использование оловоорганических соединений.
30. Механизм реакции Михаэлиса-Арбузова, побочные реакции.
31. Способы получения мышьякорганических соединений, Реакция Бешама, сальварсан.
32. Механизм реакции Михаэлиса-Беккера, получение натриевой соли диалкилфофористой кислоты, побочные реакции.
33. Синтез соединений с РС-связями на основе диэфиров фосфористой кислоты: реакции Михаэлиса-Беккера, Кабачника-Филдса.
34. Бактерицидная активность фосфомицина, его получение.

35. Антихолинэстеразная активность фосфорорганических соединений. Обратимое и необратимое ингибиование холинэстеразы. Реактивация холинэстеразы производными гидроксиламина.

36. Механизм токсического действия мышьякорганических соединений. Антидоты при отравлениях производными тяжелых металлов.

37. Гербицидная активность фосфонометилглицина (глифосата). Способы его получения. Экологические последствия широкого использования глифосата.

38. Получение мышьякорганических соединений по реакциям Барта и Мейера.

39. Зависимость токсичности от строения для фосфорорганических соединений, эмпирическая формула Шрадера. Примеры соединений с инсектицидной активностью, механизм выработки резистентности.

40. Взаимодействие трихлорида мышьяка с ароматическими соединениями и с ацетиленом, токсичность  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -льюизита. Фенарсазинхлорид (адамсит).

41. Фосфороганические соединения с противовирусной активностью. Получение фосфонуксусной кислоты и тринатриевой соли фосфонкарбоновой кислоты. Механизм противовирусной активности.

42. Получение хлорофоса и дихлофоса (ДДВФ). Метаболическое превращение с образованием токсичных соединений на примере хлорофоса («летальный синтез»).

43. Три возможных направления использования кремнийорганических соединений в химии биологически активных соединений, привести примеры.

44. Получение соединений с РС-связями на основе гидрофосфорильных соединений.

45. Способы получения кремнийорганических соединений.

46. Реакция Виттига. Получение алкилиденфосфоранов, использование их для синтеза ненасыщенных соединений.

47. Реакция Хорнера-Вадсворта-Эммонса, получение исходных фосфонацетатов, синтез метопрена.

48. Способы получения эфиров кислот трикоординированного фосфора.

49. Реакция Абрамова и фосфонат-фосфатная перегруппировка.

50. Способы получения и свойства арилбороновых кислот.

51. Реакция Михаэлиса-Арбузова, реакционная способность исходных соединений и побочные продукты.

52. Способы получения и свойства сульфокислот алифатического и ароматического ряда.

53. Получение илидных соединений из диалкилсульфидов и сульфоксидов. Синтез на их основе эпоксидов и циклопропанов.

54. Соединения серы в живой природе, глютатион в качестве нейтрализатора пероксидных соединений и алкилаторов.

55. Синтез и свойства тиольных соединений алифатического ряда.

56. Синтез тиольных соединений ароматического ряда.

57. Селенорганические соединения в живой природе. Глютатионпероксидаза, механизм детоксикации пероксидов.

58. Биологическая активность синтетических селеноорганических соединений. Получение и антиоксидантная активность эбселена.

59. Взаимодействие метилхлорида с металлическим кремнием, продукты реакции и использование их для получения кремнийорганических полимеров.

60. Истинная и ложная холинэстеразы, их роль в организме. Механизм судорожно-паралитического действия ингибиторов холинэстераз. Нейротоксические фосфорорганические соединения.

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

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

Экзамен по дисциплине «Химия и биологическая активность элементорганических соединений» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

|  |  |
|--|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. каф. ХТБМП<br><br>_____ М.С. Ощепков<br><br>«__» ____ 20__ г.  | <b>Министерство науки и высшего образования РФ</b><br><b>Российский химико-технологический университет</b><br><b>имени Д.И. Менделеева</b><br><b>Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов</b><br><b>18.03.01 Химическая технология</b><br><b>Профиль – «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»</b><br><b>«Химия и биологическая активность</b><br><b>элементорганических соединений»</b> |
| <b>Билет № 1</b>   |  |
| <b>1. Химические свойства и способы получения литийорганических соединений</b><br><b>2. Способы получения и свойства сульфокислот алифатического и ароматического ряда.</b><br><b>3. Механизм реакции Михаэлиса-Арбузова, побочные реакции</b> |  |

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

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

##### **A. Основная литература**

1. Коваленко Л.В., Ощепков М.С., Соловьева И.Н. Химия и биологическая активность фосфорорганических соединений, учебное пособие. Москва: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2015. - 156 с.

2. Коваленко Л.В., Кочетков К.А. Металлорганические соединения, учебное пособие. Москва: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2016. - 120 с.

3. Травень В. Ф. Органическая химия: учебник для вузов, в 3 т. / В. Ф. Травень. - Москва: БИНОМ Лаборатория знаний, 2004. – 517 с. (Базовый учебник).

## **Б. Дополнительная литература**

1. Бухаров С.В., Илалдинов И.З., Климентова Г.Ю., Нугуманова Г.Н. Технология тонкого органического синтеза. Ч. III. Элементоорганические соединения / С. В. Бухаров, И. З. Илалдинов, Г. Ю. Климентова, Г. Н. Нугуманова. — Казань: КНИТУ, 2006. — 72 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: [https://e.lanbook.com/book/13344?category\\_pk=3863](https://e.lanbook.com/book/13344?category_pk=3863) (дата обращения: 01.06.2022).

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

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:
- Ресурсы American Chemical Society: <http://www.acs.org/content/acs/en.html/>
- Ресурсы Royal Society of Chemistry: <http://pubs.rsc.org/>
- Ресурсы Издательства Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
- Ресурсы ELSEVIER: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

## **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 «Химия и биологическая активность элементоорганических соединений» 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.

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

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

### **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:**

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде.

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

| №<br>п/п | Наименование<br>программного<br>продукта  | Реквизиты<br>договора<br>поставки                   | Примечание   | Срок окончания<br>действия лицензии   |
|----------|---|---|--|---|
| 1.       | Microsoft Office Standard 2013  | Контракт №<br>62-<br>64ЭА/2013<br>от<br>02.12.2013  | Лицензия на ПО,<br>принимающее участие в<br>образовательных процессах.   | бессрочная  |
| 2.       | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath | Контракт №<br>28-<br>35ЭА/2020<br>от<br>26.05.2020  | Лицензия на ПО,<br>принимающее участие в<br>образовательных процессах.   | 12 месяцев<br>(ежегодное продление<br>подписки с правом<br>перехода на<br>обновлённую версию<br>продукта) |
| 3.       | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт №<br>90-<br>133ЭА/2021<br>от<br>07.09.2021 | Лицензия на ПО, не<br>принимающее прямого<br>участия в образовательных<br>процессах<br>(инфраструктурное/<br>вспомогательное ПО) | 12 месяцев<br>(ежегодное продление<br>подписки с правом<br>перехода на<br>обновлённую версию<br>продукта) |

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| <b>Наименование разделов</b>                      | <b>Основные показатели оценки</b>   | <b>Формы и методы контроля и оценки</b>                         |
|---|---|---|
| <b>Раздел 1.</b><br>Металлорганические соединения | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способы получения и химические свойства металлорганических соединений, фосфорорганических соединений и органических производных мышьяка, серы и селена; основные механизмы ингибирования жизненно важных ферментов элементоорганическими соединениями и антиметаболитного действия производных кислот фосфора;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать элементоорганические соединения в качестве реагентов органического синтеза;</li> <li>– оценивать потенциальную опасность работы с элементоорганическими соединениями, выявлять токсофорные и фармакофорные группы;</li> <li>– прогнозировать методы синтеза и свойства соответствующих соединений с гетероатомами;</li> <li>– на основании строения электронной оболочки гетероатома оценивать реакционную способность и стабильность соответствующих органических производных элементов;</li> <li>– классифицировать элементоорганические соединения.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– номенклатурой элементоорганических соединений;</li> <li>– навыками биорационального подхода к конструированию новых биологически активных соединений, включающих гетероатомы;</li> <li>– методологией включения элементоорганических соединений в схемы получения соединений с требуемыми свойствами.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за экзамен</p> |
| <b>Раздел 2.</b><br>Фосфорорганические соединения | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способы получения и химические свойства металлорганических соединений, фосфорорганических соединений и органических производных</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу №2</p>                          |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>мышьяка, серы и селена; основные механизмы ингибиции жизненно важных ферментов элементоорганическими соединениями и антиметаболитного действия производных кислот фосфора;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать элементоорганические соединения в качестве реагентов органического синтеза;</li> <li>– оценивать потенциальную опасность работы с элементоорганическими соединениями, выявлять токсофорные и фармакофорные группы;</li> <li>– прогнозировать методы синтеза и свойства соответствующих соединений с гетероатомами;</li> <li>– на основании строения электронной оболочки гетероатома оценивать реакционную способность и стабильность соответствующих органических производных элементов;</li> <li>– классифицировать элементоорганические соединения.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– номенклатурой элементоорганических соединений;</li> <li>– навыками биорационального подхода к конструированию новых биологически активных соединений, включающих гетероатомы;</li> <li>– методологией включения элементоорганических соединений в схемы получения соединений с требуемыми свойствами.</li> </ul> | Оценка за экзамен   |
| <p><b>Раздел 3. Органические производные серы и селена</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способы получения и химические свойства металлогорганических соединений, фосфорогорганических соединений и органических производных мышьяка, серы и селена; основные механизмы ингибиции жизненно важных ферментов элементоорганическими соединениями и антиметаболитного действия производных кислот фосфора;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать элементоорганические соединения в</li> </ul>   | <p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>качестве реагентов органического синтеза;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оценивать потенциальную опасность работы с элементоорганическими соединениями, выявлять токсофорные и фармакофорные группы;</li> <li>– прогнозировать методы синтеза и свойства соответствующих соединений с гетероатомами;</li> <li>– на основании строения электронной оболочки гетероатома оценивать реакционную способность и стабильность соответствующих органических производных элементов;</li> <li>– классифицировать элементоорганические соединения.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– номенклатурой элементоорганических соединений;</li> <li>– навыками биорационального подхода к конструированию новых биологически активных соединений, включающих гетероатомы;</li> <li>– методологией включения элементоорганических соединений в схемы получения соединений с требуемыми свойствами.</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  
«Химия и биологическая активность элементоорганических соединений»**

**основной образовательной программы  
по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология,  
профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов  
и косметических средств»**

**Форма обучения: очная**

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Основы анатомии и физиологии»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль «Технология органических веществ, химико-  
фармацевтических препаратов и косметических средств»**

**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена к.х.н., доцентом кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов И.Н. Соловьевой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы анатомии и физиологии» относится к дисциплинам по выбору части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей, неорганической и органической химии и физики.

**Цель дисциплины** – научить студентов принципам организации жизнедеятельности человека как на организменном, органном, так и на тканевом и клеточном уровнях.

**Задачи дисциплины:**

- изучение важнейших классических и современных представлений нормальной физиологии о функциях органов и систем органов при нормальной жизнедеятельности;
- изучение физиологических изменений работы органов и систем органов и тканей при фармакологическом воздействии в патологических состояниях.

Дисциплина «Основы анатомии и физиологии» преподается в 5-ом 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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа |

**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>  |   |   |   |   |
| 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-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов<br><br>ПК-3.3 Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения задач научно-исследовательской и производственной деятельности | 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.<br>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5). |

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- Принципы управления в живых системах, иметь понятия о биопотенциалах, основных принципах электрофизиологии;
- Механизмы регуляции в живом организме в целом;
- Основы общей физиологии ЦНС и вегетативных систем;
- Методы проявления нейрогуморальной регуляции на примерах дыхательной, выделительной, пищеварительной, сердечно-сосудистой систем.

*Уметь:*

- составлять и разбираться в функциональных схемах систем регуляции физиологических процессов в динамике их развития.

*Владеть:*

- Терминологией для описания функционирования клеток, тканей, органов, систем органов, а также всего организма в целом.

### **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>1,78</b>      | <b>64</b>  | <b>48</b>  |
| Лекции   | 1,78             | 64         | 48         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,11</b>      | <b>76</b>  | <b>57</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,11             | 76         | 57         |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                  |            |            |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | <b>0,11</b>      | <b>4</b>   | <b>3</b>   |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   |                  | 0,2        | 0,15       |
| Подготовка к зачету с оценкой                  | 0,11             | 3,8        | 2,85       |
| <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         | Лекции    | Сам.<br>работа |
|           | <b>Введение.</b>   | <b>2</b>      | <b>2</b>  | <b>0</b>       |
| <b>1.</b> | <b>Основы жизнедеятельности макро- и микроструктур человека.<br/>Электрофизиология.</b>  | <b>29</b>     | <b>14</b> | <b>15</b>      |
| 1.1       | Физиологический смысл биопотенциалов, общие принципы возникновения. Виды и взаимодействие биопотенциалов. Потенциал покоя, физиологический смысл. Потенциал действия.                    | 9             | 4         | 5              |
| 1.2       | Возбудимость. Возбудимые ткани. Проведение потенциала действия. Нерв, мышца, синапс. Физиология синапсов. Нервно-мышечный синапс.  | 11            | 6         | 5              |
| 1.3       | Физиология мышц. Общий механизм мышечного сокращения. Скелетные мышцы. Гладкие мышцы. Общие принципы регуляции   | 9             | 4         | 5              |
| <b>2.</b> | <b>Закономерности и способы регуляции и саморегуляции физиологических процессов</b>  | <b>27</b>     | <b>12</b> | <b>15</b>      |
| 2.1       | Общая физиология ЦНС. Строение ЦНС. Рефлекс. Возбуждение и торможение в ЦНС. Принципы координационной деятельности ЦНС   | 9             | 4         | 5              |
| 2.2       | Автономная (вегетативная) нервная система. Строение, понятие, роль в поведении. Гуморальная регуляция функций.   | 9             | 4         | 5              |
| 2.3       | Физиология эндокринной системы. Эндокринные железы. Гормоны. Механизмы действия. Гипоталамо-гипофизарная система   | 9             | 4         | 5              |
| <b>3.</b> | <b>Принципы жизнедеятельности человека в покое.</b>  | <b>53</b>     | <b>22</b> | <b>31</b>      |
| 3.1       | Физиология крови. Основные компоненты крови, их функции. Группы крови, резус фактор. Гемостаз. Свертывающая, противосвертывающая, фибринолитическая, антифибринолитическая системы крови | 16            | 8         | 8              |
| 3.2       | Физиология сердца. Строение, функции. Проведение возбуждения в сердце. Регуляция сосудов. Физиология кровообращения. Гемодинамика  | 12            | 4         | 8              |

|           |  |            |           |           |
|-----------|--|------------|-----------|-----------|
| 3.3       | Физиология дыхания. Механизмы внешнего дыхания. Транспорт газов кровью. Регуляция дыхания  | 9          | 4         | 5         |
| 3.4       | Физиология пищеварения. Особенности работы пищеварительного конвейера. Регуляция процессов пищеварения на различных его этапах. Всасывание. Голод и насыщение. | 8          | 3         | 5         |
| 3.5       | Физиология выделения. Строение и функции почек. Механизм образования мочи. Гомеостатическая функция почек.   | 8          | 3         | 5         |
| <b>4.</b> | <b>Раздел 4. Физиологические и морфологические основы онтогенетической изменчивости человека при деятельности</b>  | <b>23</b>  | <b>8</b>  | <b>15</b> |
| 4.1       | Общая физиология сенсорных систем  | 12         | 4         | 8         |
|           | Физиология высших психических функций.   | 11         | 4         | 7         |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>140</b> | <b>64</b> | <b>76</b> |
|           | <b>Контроль: зачет с оценкой</b>   | <b>4</b>   | -         | -         |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>108</b> | -         | -         |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

**Введение.** Предмет и методы дисциплины «Основы анатомии и физиологии». Краткие исторические сведения. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра по направлению «Химическая технология».

**Предмет морфологии и физиологии человека.** Важнейшие классические и современные достижения морфологии и физиологии. Физиология с основами морфологии в системе фармацевтического образования.

**Организм человека как целое.** Иерархия уровней жизнедеятельности человека: молекулярный, субклеточный, клеточный, тканевый, органный, организменный. Понятия метаболизма, упорядоченности физиологических процессов и структур, гомеостаза и психически организованного поведения.

**Основы системной организации физиологических функций.** Нейро-гуморальная регуляция. Основы иммунитета. Функциональные системы организма и их взаимосвязь как основа саморегуляции организма в процессе его жизнедеятельности.

**Раздел 1.** Основы жизнедеятельности макро- и микроструктур человека. Электрофизиология.

1.1. Физиологический смысл биопотенциалов, общие принципы возникновения. Виды и взаимодействие биопотенциалов. Роль биопотенциалов в разных тканях. Транспорт веществ. Механизм транспорта веществ через мембрану. Пассивный, активный транспорт. Роль кальция, АТФ в транспорте веществ. Потенциал покоя, движущие силы, количественные показатели, физиологический смысл. Потенциал действия. Ионные каналы, изменение ионных концентраций во время потенциала действия. Следовые потенциалы.

1.2. Возбудимость, определение и показатели, мембранные-ионные механизмы, изменение возбудимости во время потенциала действия. Возбудимые ткани. Проведение биопотенциалов. Типы нервных волокон. Нерв, мышца, синапс. Физиология синапсов. Нервно-мышечный синапс.

1.3. Физиология мышц. Общий механизм мышечного сокращения. Скелетные мышцы. Механизмы сокращения. Мышца в целом. Суммация и тетанус. Гладкие мышцы. Строение и иннервация. Физиологические свойства. Особенности сокращения. Общие принципы регуляции гладкой мышцы в сравнении со скелетной.

**Раздел 2.** Закономерности и способы регуляции и саморегуляции физиологических процессов

2.1. Общая физиология Центральной нервной системы (ЦНС). Общее строение ЦНС. Нейрон, структура, функция. Медиаторы нервной системы. Рефлекс. Возбуждение и торможение. Принципы координационной деятельности ЦНС. Модульная организация ЦНС – нейронные контуры. Возбуждение и торможение в ЦНС.

2.2. Автономная (вегетативная) нервная система. Строение, понятие, роль в системной организации поведения. Симпатический, парасимпатический, метасимпатический отделы, центры, эfferентные и afferентные пути. "Высшие вегета-

тивные" центры ЦНС, уровни организации автономной нервной системы (АНС). Гуморальная регуляция функций. Нейрональные и мембранные рецепторы АНС, висцеральные нервы, ганглии. Медиаторы рецепторов АНС. Взаимосвязь автономной и соматической нервной систем (центральных и периферических отделов) и внутренних органов. Гомеостатическая и адаптационно-трофическая функции автономной нервной системы человека.

2.3. Физиология эндокринной системы. Эндокринная система человека, понятие, особенности, природа, уровни организации. Гормональная активность клеток кишечника, легких, почек, сердца. Эндокринные железы. Гормоны. Механизмы действия. Клеточные и системные механизмы действия. Нервная и гуморальная регуляция желез внутренней секреции. Гипоталамус. Рилизинг-факторы (либерины, статины). Гипоталамо-гипофизарная система: понятие, связь гипоталамуса с гипофизом. Прямые и обратные положительные и отрицательные связи. Гормоны гипофиза. Надпочечники: гормоны мозгового и коркового слоев. Физиологические эффекты. Регуляция активности надпочечников. Гормоны щитовидной и паратитовидной желез. Физиологические эффекты. Гормоны половых желез. Физиологические эффекты. Поджелудочная железа: строение, эндокринные функции.

### **Раздел 3. Принципы жизнедеятельности человека в покое**

#### **3.1. Физиология крови.**

Кровь человека: понятие, состав, свойства. Система крови (по Г.Ф. Лангу): циркулирующая, депонированная, органов кроветворения и кроверазрушения. Плазма крови человека: понятие, состав, свойства. Плазмозамещающие средства. Эритроциты: строение, количество, функции, значение. Основные компоненты крови, их функции. Группы крови, резус фактор. Гемостаз. Свертывающая, антисвертывающая, фибринолитическая, антифибринолитическая системы крови: понятие, показатели, природа. Прокоагулянты, антикоагулянты, фибринолитические вещества.

3.2. Физиология сердца. Сердце человека: строение, функции. Сосуды сердца, их регуляция. Мембранные рецепторы. Метаболизм сердца. Сердечная мышца человека: строение, свойства. Автоматизм. Возникновение и проведение возбуждения в сердце. Сердечный цикл: понятие, компоненты, продолжительность, изменчивость. Регуляция работы сердца, роль интрапардальных механизмов. Адаптация сердца к физическим и психоэмоциональным нагрузкам. Роль блуждающих и симпатических нервов, гормонов, биологически активных веществ, ионов в регуляции деятельности сердца. Методы исследования функций сердца: ЭКГ, ФКГ, УЗИ. Физиология кровообращения. Гемодинамика.

3.3.. Физиология дыхания. Дыхание человека: понятие, компоненты (этапы), особенности. Внешнее дыхание: понятие, дыхательный аппарат, газообмен, защитные рефлексы верхних дыхательных путей. Механизм ин- и экспирации. Трахея, бронхи, бронхиолы, альвеолы: строение, функции, нервная, гуморальная и иммунная регуляция. Транспорт газов кровью: понятие, формы переноса газов кровью. Факторы, определяющие транспорт газов кровью: сатурационные кривые кислорода и углекислого газа. Дыхательный центр: понятие, строение, функции. Автоматизм. Нервная и

гуморальная регуляция активности дыхательного центра. Регуляция и адаптация дыхания человека. Системные механизмы изменений дыхания.

3.4. Физиология пищеварения. Пищеварение человека: понятие, виды, аппарат, основные функции. Топография, макро- и микростроение органов. Функции разных отделов. Особенности пищеварения в различных отделах пищеварительного тракта. Пищеварительные соки. Химус. Пищеварительный конвейер. Прием пищи: понятие, механизмы, "центр" пищеварения. Голод, аппетит, насыщение. Основы рационального питания, режим питания.

Пищеварение в полости рта и желудка. Слюна и желудочный сок: состав, количество, роль. Нервная и гуморальная регуляция секреции слюны и желудочного сока. Фазы желудочной секреции. Моторика желудка. Механизм эвакуации химуса из желудка.

Роль печени в пищеварении. Поджелудочная железа: строение, экзокринный и эндокринный аппарат, иннервация, кровоток, регуляция. Железы тонкого кишечника.

Всасывание в пищеварительном тракте человека: понятие, биофизические Толстый кишечник: строение (стенка, кровоток, иннервация), функции (всасывание, секреция, моторика), микрофлора. Дефекация как форма поведения. Механизмы регуляции.

3.5. Физиология выделения. Выделение у человека: понятие, способы (пути). Выделение мочи и пота. Строение и функции почек. Моча: состав, свойства, количество. Почечный клиренс: сущность, способ расчета. Мочеобразование у человека: понятие, аппарат (макро- и микроструктуры), механизмы. Клубочковая фильтрация. Канальцевая реабсорбция. Тубулярная секреция. Регуляция мочеобразования: понятие, соотношение нервных и гуморальных механизмов. Гомеостатическая функция почек.

**Раздел 4. Физиологические и морфологические основы онтогенетической изменчивости человека при деятельности.**

4.1. Общая физиология сенсорных систем. Органы чувств и сенсорные системы: понятия, отличия. Свойства анализаторов человека: чувствительность, адаптация. Роль периферической, проводниковой и центральной частей анализатора. Взаимосвязь и взаимодействие анализаторов. Зрительный, слуховой, вестибулярный, обонятельный, вкусовой анализаторы, понятие и строение. Боль: понятие, виды, биологическое значение. Ноцицептивная и антиноцицептивная системы, специфические и неспецифические ноцицепторы. Вегетативные и соматические проявления боли. Пути и принципы обезболивания.

4.2. Физиология высших психических функций. Проявления деятельности мозга человека: поведение (рефлексы) и психика (ощущения). Высшая и низшая нервная деятельность человека. Условные и безусловные рефлексы.

Поведение: определение, классификация, структура, системность организации. Функциональная система поведения по П.К. Анохину и К.В. Судакову.

Психика: понятие, виды (проявления). Мышление, сознание, речь

Обучение: понятие, проявления, системность. Мозговые и периферические проявления. Образование условного рефлекса.

Память (неврогенная) как компонент поведения. Долговременная и кратковременная память. Значение в адаптации организма.

Эмоции человека: понятие, виды, состав (субъективный и физиологический компоненты). Эмоциогенные структуры мозга. Поведенческие и вегетативные корреляты эмоций. Эмоциональный стресс. Сон, наркоз, гипноз у человека: понятия, различия, проявления. Типы засыпания у человека. Структура сна. Фазы сна (ортопарадоксальный сон). Сновидения: понятие, значение. Индивидуальность человека: понятие, физиологические и психические компоненты. Типы высшей нервной деятельности.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел 1  | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 |
|--|---|---|----------|----------|----------|
|  | <b>Знать:</b>   |   |          |          |          |
| 1  | – Принципы управления в живых системах, иметь понятия о биопотенциалах, основных принципах электрофизиологии;   | +   |          |          |          |
| 2  | – Механизмы регуляции в живом организме в целом;  | +   | +        |          |          |
| 3  | – Основы общей физиологии ЦНС и вегетативных систем;  |   | +        | +        |          |
| 4  | – Методы проявления нейрогуморальной регуляции на примерах дыхательной, выделительной, пищеварительной, сердечно-сосудистой систем.                                       |   |          | +        |          |
|  | <b>Уметь:</b>   |   |          |          |          |
| 5  | – составлять и разбираться в функциональных схемах систем регуляции физиологических процессов в динамике их развития.   | +   | +        | +        | +        |
|  | <b>Владеть:</b>   |   |          |          |          |
| 6  | – Терминологией для описания функционирования клеток, тканей, органов, систем органов, а также всего организма в целом.   |   | +        | +        |          |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i> |   |   |          |          |          |
|  | Код и наименование УК   | Код и наименование индикатора достижения УК   |          |          |          |
| 7  | УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                       | УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа | +        | +        | +        |
|  | Код и наименование ПК   | Код и наименование индикатора достижения ПК   |          |          |          |
| 8  | ПК-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и | ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов  | +        | +        | +        |

|   |                       |   |  |  |  |
|---|-----------------------|---|--|--|--|
| 9 | косметических средств | ПК-3.3 Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения задач научно-исследовательской и производственной деятельности |  |  |  |
|---|-----------------------|---|--|--|--|

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| №<br>п/п | № раздела<br>дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|----------|-------------------------|---|------|
| 1        | 1.1                     | Морфология эукариотической клетки. Строение плазматической мембраны. Свойства плазматической мембраны. Виды транспорта веществ через мембрану   | 2    |
| 2        | 1.2                     | Потенциал покоя. Потенциал действия. Механизмы формирования. Законы проведения возбуждения по нервным волокнам.   | 1    |
| 3        | 1.3                     | Синапсы. Химический синапс. Возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП), тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП). Механизм передачи возбуждения в химических возбуждающих синапсах. Свойства химических синапсов.                        | 1    |
| 4        | 1.4                     | Механизмы мышечного сокращения. Теория скользящих нитей. Скелетная мышца. Гладкая мышца. Сравнительный анализ механизмов сокращения.  | 2    |
| 5        | 2.1                     | Рефлекс. Основные нервные процессы, взаимодействующие в ЦНС. Свойства нервных центров. Принципы координационной деятельности ЦНС. Представление о функциональной организации ЦНС.   | 2    |
| 6        | 2.2                     | Определение понятия «гуморальный механизм управления». Местные и системные механизмы гуморального механизма управления. Автономная (вегетативная) нервная система. Симпатический и парасимпатический отделы. $\alpha$ и $\beta$ -адренорецепторы. | 2    |
| 7        | 2.3                     | Взаимодействие гормонов и клеток организма. Основные эффекты действия гормонов. Основы эндокринологии. Трансгипофизарный механизм регуляции функции эндокринных желез. Гипоталамо-гипофизарная система. Тканевые гормоны.                         | 2    |
| 8        | 3.1                     | Функции крови. Функции форменных элементов крови. Фазы свертывания крови. Факторы, определяющие принадлежность к определенной группе крови. Роль белков крови.  | 2    |
| 9        | 3.2                     | Определение групп крови и резус фактора. Гемостаз. Свертывающая, антисвертывающая и фибринолитическая системы крови. Определение «жестких» констант крови (рН, концентрации глюкозы крови)  | 2    |
| 10       | 3.3                     | Особенности формирования ПД рабочих кардиомиоцитов. Причина автоматии сердечной мышцы. Насосная функция сердца, принципы. Факторы, лежащие в основе формирования АД. Измерение артериального давления, принципы и практические навыки.            | 2    |
| 11       | 3.4                     | Принципы формирования ЭКГ. Соотношения возбуждения отделов сердца с зубцами и интервалами ЭКГ.  | 2    |

|    |     |  |   |
|----|-----|--|---|
| 12 | 4.1 | Поведение. Инициация поведения. Узловые этапы формирования поведения. Физиологические процессы, лежащие в основе афферентного синтеза.   | 2 |
| 13 | 4.2 | Основные виды психической деятельности человека. Мышление, его виды. Формы речевой деятельности. Функции речи. Виды мотивации, причины возникновения. Функции эмоций, основные теории, объясняющие возникновение эмоций. Мозговой субстрат возникновения эмоций и мотиваций. Морфология лимбической системы мозга. Функции лимбической системы мозга. Механизмы памяти. Виды памяти. | 2 |

## 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 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 оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 20 баллов), реферата (максимальная оценка 20 баллов), графических работ (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

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

#### 8.1.1 Примерные тематики реферата.

1. Уровни организации живых систем. Понятие морфологической и физиологической систем.
2. Принципы управления в живых системах.
3. Электрические явления в живых клетках. Формирование потенциала покоя, его функции.
4. Нерв и синапс. Классификация, особенности строения. Механизмы проведения возбуждения.

5. Биопотенциалы. Изменения потенциала покоя клетки при возбуждении, механизмы действия
6. Головной мозг, его отделы. Функции отделов мозга.
7. Особенности строения и функций скелетной, сердечной и гладкой мышц.
8. Общий план строения сердечно-сосудистой системы. Сердце: строение, функции, свойства. Сердечный цикл.
9. Сенсорные системы. Слуховой анализатор
10. Системная и региональная гемодинамика, основные показатели, регуляция системной гемодинамики.
11. Строение и функции эндокринной системы. Гормоны и другие БАВ, механизмы действия.
12. Анатомия и физиология вилочковой железы (тимуса)
13. Механизмы образования мочи. Гомеостатические функции почки.
14. Ганглии АНС, их функции. Особенности регуляции функций различными отделами АНС. Медиаторы АНС.
15. Пищеварение. Органы пищеварения. Общие принципы работы пищеварительного конвейера.
16. Особенности пищеварения в различных отделах желудочно-кишечного тракта.
17. Печень, ее функции. Особенности строения и кровоснабжения печени. Роль желчи в пищеварении.
18. Регуляция пищеварения, соотношение рефлекторных, гуморальных и местных ее механизмов.
19. Гипоталамо-гипофизарный комплекс – высший отдел гормональной регуляции. Строение, функции, гормоны.
20. Строение скелета. Характеристика поперечно-полосатых мышц. Механизмы мышечного сокращения.
21. Легкие. Строение. Внешнее дыхание. Этапы процесса газообмена. Транспорт кислорода и углекислого газа.
22. Щитовидная железа. Особенности анатомии. Функция. Механизм действия тиреоидных гормонов.
23. Дыхание. Регуляция дыхания. Значение парциального давления кислорода и углекислого газа в этих процессах. Структуры ЦНС, участвующие в этом процессе.
24. Слуховая сенсорная система. Строение. Функции.
25. Строение, функции и значение надпочечников. Гормоны коры и мозгового вещества.
26. Периферические половые железы, мужские и женские. Строение, функции, гормоны. Механизмы регуляции.
27. Рефлекс – определение, значение. Строение, классификация.
28. Боль – определение, классификация, структура, определение возникновения боли. Значение для жизнедеятельности.
29. Эмоции. Определение, классификация. Механизм возникновения, функции эмоций.
30. Терморегуляция. Схема функциональной системы поддержания постоянства температуры внутренней среды. Механизм поддержания температуры.

31. Строение и функции сердца. Регуляция деятельности сердца.
32. Процесс, реализуемый через АТФ, как основа энергетического обеспечения мышечного сокращения.
33. Гладкие мышцы. Строение, функции, механизм сокращения.
34. Память – высшая психическая функция. Виды, механизм возникновения. Теории памяти.
35. Схема функциональной системы поведенческого акта – основа формирования поведения.
36. Зрительная сенсорная система.
37. Особенности работы пищевого конвейера. Строение, функции желудка.
38. Кожа – самый большой орган тела. Строение, функции, особенности кровоснабжение.
39. Проведение возбуждения по нервным волокнам. Классификация нервных волокон.
40. Нефронт - структурно-функциональная единица почки. Основные функции почки.
41. Анатомия и физиология поджелудочной железы.
42. Основные положения теории нервизма. (Роль Р. Декарта, И.М. Сеченова), развитие рефлекторной теории.
43. Синапсы: классификация, медиаторы и рецепторы. ВПСП и ТПСП, механизмы возникновения.
44. Принципы координационной деятельности ЦНС.
45. Микроциркуляция. Механизмы обмена между кровью и межтканевой жидкостью.
46. Участие почки в поддержании осмотической константы плазмы крови.
47. Общий план строения автономной нервной системы (АНС). Функции отделов АНС.
48. Этапы дыхания. Внешнее дыхание. Жизненная емкость легких. Газообмен в легких и тканях.
49. Группы крови, резус принадлежность. Методы определения.
50. Общий план строения почки и мочевыводящих органов.
51. Регуляция дыхания, защитные дыхательные рефлексы.
52. Кровь как жидкость организма. Состав и функции крови.
53. Торможение в ЦНС, классификация, механизмы, значение.
54. Основные свойства живых тканей: раздражимость, возбудимость.
55. Строение черепа, оболочки мозга, кровоснабжение мозга. Спинно-мозговая жидкость.
56. Особенности распространения возбуждения в ЦНС. Нейронные сети.
57. Рефлекс как основной принцип работы ЦНС.
58. Строение клетки, мембранны. Функции клеточных мембран.
59. Понятие гомеостаза. Механизмы поддержания гомеостаза. Функциональная система

### **8.1.2. Примерный перечень графических работ.**

1. Рисунок-схема эукариотической (соматической) клетки человека.
2. Рисунок-схема нервной клетки человека (нейрон).
3. Схемы синаптической передачи (принципы ВПСП, ТПСП)

4. Рисунок-схема сердца человека.
5. Схема «кругов» (большой и малый) кровообращения.
6. Схема строения легких (бронхов, бронхиол, альвеол).
7. Схема пищеварительного конвейера.
8. Рисунок-схема нефронов.

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

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (контрольная работа №1 по разделу №1 и контрольная работа №2 по разделам №2, 3 и 4). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 10 баллов за каждую.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

### **Вопрос 1.1.**

1. Рисунок-схема эукариотической (соматической) клетки человека.
2. Рисунок-схема нервной клетки человека (нейрон).
3. Схемы синаптической передачи (принципы ВПСП, ТПСП).
4. Синапсы. Химический синапс.
5. Скелетная мышца.
6. Гладкая мышца. Сравнительный анализ механизмов сокращения.
7. Представление о функциональной организации ЦНС.
8. Автономная (вегетативная) нервная система. Симпатический и парасимпатический отделы.  $\alpha$  и  $\beta$ -адренорецепторы.

### **Вопрос 1.2.**

1. Потенциал покоя. Потенциал действия. Механизмы формирования.
2. Законы проведения возбуждения по нервным волокнам.
3. Возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП), тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП).
4. Механизм передачи возбуждения в химических возбуждающих синапсах.
5. Свойства химических синапсов.
6. Механизмы мышечного сокращения. Теория скользящих нитей.
7. Рефлекс. Основные нервные процессы, взаимодействующие в ЦНС.
8. Свойства нервных центров. Принципы координационной деятельности ЦНС.
9. Определение понятия «гуморальный механизм управления». Местные и системные механизмы гуморального механизма управления.

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

### **Вопрос 2.1.**

1. Основы эндокринологии. Трансгипофизарный механизм регуляции функции эндокринных желез.
2. Гипоталамо-гипофизарная система. Тканевые гормоны.
3. Функции крови. Функции форменных элементов крови. Фазы свертывания крови.

4. Факторы, определяющие принадлежность к определенной группе крови. Роль белков крови.
5. Определение групп крови и резус фактора. Гемостаз. Свертывающая, антисвертывающая и фибринолитическая системы крови.
6. Определение «жестких» констант крови (рН, концентрации глюкозы крови)
7. Особенности формирования ПД рабочих кардиомиоцитов. Причина автоматии сердечной мышцы. Насосная функция сердца, принципы.
8. Факторы, лежащие в основе формирования АД. Измерение артериального давления, принципы и практические навыки.
9. Принципы формирования ЭКГ. Соотношения возбуждения отделов сердца с зубцами и интервалами ЭКГ.

### **Вопрос 2.2.**

1. Поведение. Инициация поведения. Узловые этапы формирования поведения. Физиологические процессы, лежащие в основе афферентного синтеза.
2. Основные виды психической деятельности человека. Мышление, его виды. Формы речевой деятельности. Функции речи.
3. Виды мотивации, причины возникновения. Функции эмоций, основные теории, объясняющие возникновение эмоций. Мозговой субстрат возникновения эмоций и мотиваций.
4. Морфология лимбической системы мозга. Функции лимбической системы мозга. Механизмы памяти. Виды памяти.
5. Рисунок-схема сердца человека.
6. Схема «кругов» (большой и малый) кровообращения.
7. Схема строения легких (бронхов, бронхиол, альвеол).
8. Схема пищеварительного конвейера.
9. Рисунок-схема нефронов
10. Взаимодействие гормонов и клеток организма. Основные эффекты действия гормонов.

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

Билет для зачета 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 № 1:*

1. Морфология эукариотической клетки. Строение плазматической мембранны.
2. Свойства плазматической мембранны. Виды транспорта веществ через мембрану
3. Потенциал покоя. Потенциал действия. Механизмы формирования.
4. Законы проведения возбуждения по нервным волокнам.
5. Синапсы. Химический синапс.
6. Возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП), тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП).

7. Механизм передачи возбуждения в химических возбуждающих синапсах. Свойства химических синапсов.
8. Механизмы мышечного сокращения. Теория скользящих нитей.
9. Скелетная мышца. Гладкая мышца. Сравнительный анализ механизмов сокращения.
10. Рефлекс. Основные нервные процессы, взаимодействующие в ЦНС.
11. Свойства нервных центров. Принципы координационной деятельности ЦНС. Представление о функциональной организации ЦНС.
12. Определение понятия «гуморальный механизм управления». Местные и системные механизмы гуморального механизма управления.
13. Автономная (вегетативная) нервная система.
14. Симпатический и парасимпатический отделы.  $\alpha$  и  $\beta$ -адренорецепторы.

*Примеры вопросов №2:*

15. Взаимодействие гормонов и клеток организма. Основные эффекты действия гормонов.
16. Основы эндокринологии. Трансгипофизарный механизм регуляции функции эндокринных желез.
17. Гипоталамо-гипофизарная система. Тканевые гормоны.
18. Функции крови. Функции форменных элементов крови. Фазы свертывания крови.
19. Факторы, определяющие принадлежность к определенной группе крови. Роль белков крови.
20. Определение групп крови и резус фактора.
21. Гемостаз. Свертывающая, антисвертывающая и фибринолитическая системы крови.
22. Определение «жестких» констант крови (рН, концентрации глюкозы крови)
23. Особенности формирования ПД рабочих кардиомиоцитов. Причина автоматии сердечной мышцы. Насосная функция сердца, принципы.
24. Факторы, лежащие в основе формирования АД. Измерение артериального давления, принципы и практические навыки.
25. Принципы формирования ЭКГ. Соотношения возбуждения отделов сердца с зубцами и интервалами ЭКГ.
26. Поведение. Инициация поведения. Узловые этапы формирования поведения. Физиологические процессы, лежащие в основе афферентного синтеза.
27. Основные виды психической деятельности человека. Мышление, его виды. Формы речевой деятельности. Функции речи.
28. Виды мотивации, причины возникновения. Функции эмоций, основные теории, объясняющие возникновение эмоций. Мозговой субстрат возникновения эмоций и мотиваций.
29. Морфология лимбической системы мозга. Функции лимбической системы мозга.
30. Механизмы памяти. Виды памяти.
31. Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

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 «Основы анатомии и физиологии» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам 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. ХТБМП<br/><br/>_____ М.С. Ощепков<br/>«__» 20__г.</p>   | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b><br/><b>Российский химико-технологический университет</b><br/><b>имени Д.И. Менделеева</b></p>             |
|  | <p><b>Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов</b></p>  |
|  | <p><b>18.03.01 Химическая технология</b><br/><b>Профиль – «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»</b></p> |
|  | <p><b>«Основы анатомии и физиологии»</b></p>  |
|  | <p><b>Билет № 1</b></p>   |
| <p>1. Морфология эукариотической клетки. Строение плазматической мембраны.<br/>2. Принципы формирования ЭКГ. Соотношения возбуждения отделов сердца с зубцами и интервалами ЭКГ.</p> |   |

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

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

##### **A. Основная литература**

1. Дегтярев В.П., Сорокина Н.Д. Нормальная физиология. Москва: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2016. – 478 с.
2. Соловьева И.Н., Ткаченко С.В., Коваленко Л.В., Дегтярев В.П. Основы нейрохимии в норме и при патологии: Учебное пособие – М.: Издательство РХТУ, 2019. – 156 с.

##### **B. Дополнительная литература**

1. Луценко В.К. Биохимия клетки: учебное пособие / В. К. Луценко. - М.: Издательство РХТУ, 2005. - 91 с.
2. Луценко В. К. Биохимия иммунитета и нейрохимия: учебное пособие / В. К. Луценко. - М.: Издательство РХТУ, 2005. - 83 с.

3. Луценко, В. К. Биохимия управления функциями клетки: учебное пособие / В. К. Луценко. - М.: Издательство РХТУ, 2005. - 11 с.
4. Коробков А.В., Чеснокова С.А. Атлас по нормальной физиологии. М.: Высшая школа. – 1987.
5. Н.Н. Алипов Основы медицинской физиологии. Учебное пособие. М, «Практика». –2008. – 413 с.
6. Сарвилина И. В., Каркищенко В. Н., Горшкова Ю. В. Междисциплинарные исследования в медицине //М.: Техносфера. – 2007. – Т. 366.
7. Н.Н. Алипов Основы медицинской физиологии. Учебное пособие: - М: «Практика». – 2008. – 413 с.

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

- Презентации к лекциям.
- Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
  - <http://med-edu.ru>
  - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
  - <http://www.meduniver.com>
  - <http://www.booksmed.com>
  - <http://www.edx.org>

## **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 «Основы анатомии и физиологии» 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.

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

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

### **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.

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

| №<br>п/п | Наименование<br>программного<br>продукта  | Реквизиты<br>договора<br>поставки                   | Примечание   | Срок окончания<br>действия лицензии   |
|----------|---|---|--|---|
| 1.       | Microsoft Office Standard 2013  | Контракт №<br>62-<br>64ЭА/2013<br>от<br>02.12.2013  | Лицензия на ПО,<br>принимающее участие в<br>образовательных процессах.   | бессрочная  |
| 2.       | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath | Контракт №<br>28-<br>35ЭА/2020<br>от<br>26.05.2020  | Лицензия на ПО,<br>принимающее участие в<br>образовательных процессах.   | 12 месяцев<br>(ежегодное продление<br>подписки с правом<br>перехода на<br>обновлённую версию<br>продукта) |
| 3.       | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт №<br>90-<br>133ЭА/2021<br>от<br>07.09.2021 | Лицензия на ПО, не<br>принимающее прямого<br>участия в образовательных<br>процессах<br>(инфраструктурное/<br>вспомогательное ПО) | 12 месяцев<br>(ежегодное продление<br>подписки с правом<br>перехода на<br>обновлённую версию<br>продукта) |
| 4.       | Антиплагиат.ВУЗ 5.0   | Контракт №<br>13-<br>143К/2025 от<br>30.04.2025     | 1  | 19.05.2026  |

## **12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

| Наименование<br>разделов   | Основные показатели оценки  | Формы и методы<br>контроля и оценки                                       |
|--|---|---|
| Раздел 1. Основы жизнедеятельности макро- и микроструктур человека. Электрофизиология. | Знает:<br>– принципы управления в живых системах, иметь понятия о биопотенциалах, основных принципах электрофизиологии; механизмы регуляции в живом | Оценка за<br>контрольную работу №1<br><br>Оценка за<br>графические работы |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>организме в целом;</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять и разбираться в функциональных схемах систем регуляции физиологических процессов в динамике их развития</li> </ul>   | <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>  |
| <b>Раздел 2. Закономерности и способы регуляции и саморегуляции физиологических процессов</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы общей физиологии ЦНС и вегетативных систем;</li> <li>– механизмы регуляции в живом организме в целом;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять и разбираться в функциональных схемах систем регуляции физиологических процессов в динамике их развития</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - терминологией для описания функционирования клеток, тканей, органов, систем органов, а также всего организма в целом.</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за графические работы</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p> |
| <b>Раздел 3. Принципы жизнедеятельности человека в покое</b>                                  | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы общей физиологии ЦНС и вегетативных систем;</li> <li>– методы применения нейрогуморальной регуляции на примерах дыхательной, выделительной, пищеварительной, сердечно-сосудистой систем;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять и разбираться в функциональных схемах систем регуляции физиологических процессов в динамике их развития</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - терминологией для описания функционирования клеток, тканей, органов, систем органов, а также всего организма в целом.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за графические работы</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p> |
| <b>Раздел 4. Принципы жизнедеятельности человека в покое</b>                                  | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы общей физиологии ЦНС и вегетативных систем;</li> <li>– методы применения нейрогуморальной регуляции на примерах дыхательной, выделительной, пищеварительной, сердечно-сосудистой систем;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять и разбираться в</li> </ul>  | <p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за графические работы</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>функциональных схемах систем регуляции физиологических процессов в динамике их развития</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– терминологией для описания функционирования клеток, тканей, органов, систем органов, а также всего организма в целом.</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  
«Основы анатомии и физиологии»**

**основной образовательной программы  
по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология,  
профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов  
и косметических средств»**

**Форма обучения: очная**

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                       |
|----------------------------|---------------------------------|---|
| 1.                         |                                 | 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. |
|                            |                                 | 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 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Основы биохимии»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль «Технология органических веществ, химико-  
фармацевтических препаратов и косметических средств»**

**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.  
Авторы программы: д.х.н., профессор Коваленко Л.В., к.х.н., доцент Поливанова А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии  
биомедицинских препаратов «13» мая 2025 года, протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Основы биохимии»** относится к общим дисциплинам части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической химии и основ анатомии и физиологии.

**Цель дисциплины** – формирование у студентов базовых знаний по биоорганической химии, необходимых для изучения механизмов действия биологически активных веществ для различных сфер применения, а также для понимания принципов биорационального подхода к созданию новых соединений, используемых в области средств защиты растений.

### Задачи дисциплины:

- изучение химии и биологических функций основных классов биоорганических соединений;
- изучение основных закономерностей протекания метаболических процессов, путей их регуляции и ингибиции;
- изучение основных катаболических и анаболических превращений в живых организмах;
- изучение основных закономерностей протекания метаболизма экзогенных веществ (ксенобиотиков), а также основ взаимодействия биологически активных веществ с биохимическими мишенями.

Дисциплина **«Основы биохимии»** преподается в 5-м 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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа |

**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>  |   |   |  |  |
| 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-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов | 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.<br>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы.<br>А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5). |

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- основные структурные элементы углеводов, нуклеиновых кислот, белков и других биомолекул сложного строения;
- принципы ферментативного катализа и ингибиования ферментов;
- основные метаболические пути и механизмы регуляции метаболических процессов многоклеточных организмов;
- основные механизмы биотрансформации ксенобиотиков;

*Уметь:*

- анализировать возможные биометаболиты в организме при воздействии на него различных классов химических соединений;
- разбираться в метаболических схемах организма, уметь моделировать биохимическую взаимосвязь между различными метаболитами;
- выявлять функциональные группы в составе новых соединений, которые могут превращаться в гепатотоксичные и мутагенные группы в результате биотрансформации монооксигеназами и другими метаболическими системами;

*Владеть:*

- терминологией в области биохимии и молекулярной биологии;
- методологией биохимического подхода к изучению химии биологически активных веществ.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины       |            |            |
|--|------------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>5</b>               | <b>180</b> | <b>135</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>2,22</b>            | <b>80</b>  | <b>60</b>  |
| Лекции   | 1,33                   | 48         | 36         |
| Практические занятия                           | 0,88                   | 32         | 24         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,67</b>            | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 2,67                   | 96         | 72         |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                        |            |            |
| <b>Зачет с оценкой</b>                         | <b>0,11</b>            | <b>4</b>   | <b>3</b>   |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 0,11                   | 0,2        | 0,15       |
| Подготовка к зачету с оценкой                  |                        | 3,8        | 2,85       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

| № п/п     | Раздел дисциплины                                    | Академ. часов |           |            |             |
|-----------|--|---------------|-----------|------------|-------------|
|           |  | Всего         | Лекции    | Прак. зан. | Сам. работа |
| <b>1.</b> | <b>Раздел 1. Структурные компоненты биополимеров</b> | <b>86</b>     | <b>24</b> | <b>16</b>  | <b>46</b>   |
| 1.1       | Введение   | 5             | 1         | 1          | 3           |
| 1.2       | Углеводы. Моносахариды                               | 10,5          | 3         | 1,5        | 6           |
| 1.3       | Углеводы. Ди- и полисахариды                         | 7,5           | 2         | 1,5        | 4           |
| 1.4       | Липиды и клеточные мембранны                         | 10            | 3         | 2          | 5           |
| 1.5       | Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты                     | 9             | 2,5       | 1,5        | 5           |
| 1.6       | Аминокислоты, пептиды                                | 10            | 3         | 2          | 5           |
| 1.7       | Белки  | 11            | 3         | 2          | 6           |
| 1.8       | Ферменты   | 12            | 3,5       | 2,5        | 6           |
| 1.9       | Витамины   | 11            | 3         | 2          | 6           |
| <b>2.</b> | <b>Раздел 2. Метаболизм</b>                          | <b>90</b>     | <b>24</b> | <b>16</b>  | <b>50</b>   |
| 2.1       | Общие закономерности метаболических процессов        | 5,5           | 1,5       | 1          | 3           |
| 2.2       | Катаболизм углеводов                                 | 17,5          | 4,5       | 3          | 10          |
| 2.3       | Катаболизм липидов                                   | 5,5           | 1,5       | 1          | 3           |
| 2.4       | Катаболизм аминокислот                               | 11            | 3         | 2          | 6           |
| 2.5       | Окислительное фосфорилирование                       | 11            | 3         | 2          | 6           |
| 2.6       | Анаболизм углеводов                                  | 6             | 1,5       | 1          | 3,5         |
| 2.7       | Биосинтез липидов                                    | 5,5           | 1,5       | 1          | 3           |
| 2.8       | Биосинтез аминокислот и пептидов                     | 6             | 1,5       | 1          | 3,5         |
| 2.9       | Биосинтез белков                                     | 5,5           | 1,5       | 1          | 3           |
| 2.10      | Фотосинтез   | 5,5           | 1,5       | 1          | 3           |
| 2.11      | Метаболизм ксенобиотиков                             | 11            | 3         | 2          | 6           |
|           | <b>ИТОГО</b>   | <b>176</b>    | <b>48</b> | <b>32</b>  | <b>96</b>   |
|           | <b>Контроль: зачет с оценкой</b>                     | <b>4</b>      | -         | -          | -           |
|           |  | <b>180</b>    | -         | -          | -           |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Структурные молекулы биополимеров.

1.1. Введение. Определение биохимии и ее основные разделы. Связь биохимии с другими науками, ее роль и значение для изучения дисциплин, связанных с разработкой и производством биологически активных веществ и биомедицинских препаратов. Основные вехи в истории развития биологической химии. Уровни организации живой материи. Биоэлементный и молекулярный уровни организации жизни. Общий план изучения дисциплины. Упрощенная схема организации метаболических процессов и подходы к ее изучению. Некоторые общие и специфические свойства биомолекул.

1.2. Углеводы. Моносахариды. Определение, общие особенности и функции углеводов. Классификация углеводов. Определение и особенности строения моносахаридов. Способы изображения стереоизомеров моносахаридов. Образование циклических форм моносахаридов и явление муторотации. Синтетические подходы к получению моносахаридов. Химические свойства моносахаридов. Гликозиды и их биологическая роль. Наиболее значимые природные моносахариды. Особенности строения и биологическая значимость аскорбиновой кислоты. Синтез аскорбиновой кислоты.

1.3. Углеводы. Ди- и полисахариды. Особенности строения гликозидов. Наиболее значимые природные дисахариды. Синтетические способы получения дисахаридов. Особенности строения и виды полисахаридов. Наиболее значимые природные полисахариды: крахмал, целлюлоза, декстраны, хитин, гликозаминогликаны. Гиалуроновая кислота: особенности строения, биологическая значимость. Применение гиалуроновой кислоты и ее производных в медицине и косметологии.

1.4. Липиды и клеточные мембранны. Определение и биологические функции липидов. Особенности строения и классификация липидов. Особенности строения и свойства и биологическая значимость жирных кислот, входящих в состав липидов. Влияние структуры и состава жирных на свойства липидов и мембран, построенных на их основе. Химические свойства триацилглицеридов. Наиболее важные классы липидов: воски, жиры, глицерофосфолипиды, фосфатидилинозитиды, фосфатидилглицеролы, сфингофосфолипиды, гликолипиды, цереброзиды, сульфатиды, ганглиозиды, эйказаноиды, простагландины, стероидные липиды, изопреноиды. Желчные кислоты и их биологическая роль. Способы ориентации молекул липидов в водном растворе. Жидкостно-мозаичная модель строения клеточные мембранны. Функции биомембран. Состав биологических мембран (по классам липидов и соотношению «липиды : углеводы : белки») и его связь с гистологическими и функциональными особенностями клеток. Некоторые особенности мембранных белков. Проницаемость мембран для молекул различных типов. Виды мембранных транспорта. Активный мембранный транспорт и механизм работы  $Na/K$ -АТФ-азы. Мицеллярные структуры в организме. Небиогенные мицеллярные структуры и их применение в качестве систем доставки лекарственных средств. Липосомы: особенности строения, общая схема получения и направления использования в качестве систем доставки лекарственных средств.

1.5. Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Особенности строения нуклеотидов. Таутомерия азотистых оснований нуклеотидов. Функции нуклеотидов и нуклеиновых кислот. Виды и особенности строения нуклеиновых кислот. Повреждение структуры нуклеиновых кислот физическими факторами и химическими мутагенами.

Терапевтические средства, основанные на химическом воздействии на ДНК. Интеркаляторы.

1.6. Аминокислоты, пептиды. Определение, особенности строения и биологические функции аминокислот. Номенклатура и классификация аминокислот. Особенности стереоизомерии природных аминокислот. Протеиногенные аминокислоты. Особенности строения и биологическая роль различных групп протеиногенных аминокислот. Селеноцистеин – 21-я протеиногенная аминокислота. «Модифицированные» аминокислоты в составе белковых структур. Способы обратимой модификации аминокислот в составе белковых молекул. Сигнальные аминокислоты и общие схемы их биосинтеза. Физико-химические свойства природных аминокислот. Особенности строения и биологическая значимость пептидов. Суммарный заряд пептида. Свойства пептидной связи.

1.7. Белки. Уровни формирования структуры белка. Первичная структура белка и ее биологическая значимость. Особенности формирования различных типов вторичной структуры белка. Структурные особенности третичной структуры белка. Основные подходы к визуализации белковых молекул при проведении научных исследований. Модели визуализации структуры белков. Структурные типы белков. Типы химических связей при формировании третичной структуры белка. Особенности фолдинга белков: теории фолдинга, термодинамическая модель фолдинга белка, механизмы фолдинга, основные типы вспомогательных факторов фолдинга белка. Посттрансляционные модификации белков. Денатурация белков. Четвертичная структура белка. Конформационная лабильность белков. Метаболоны как пятый тип организации структуры белковых комплексов. Классификация белков по функциям.

1.8. Ферменты. Определение и основные вехи в истории становления и развития энзимологии. Общее строение ферментов и типы вспомогательных веществ, участвующих в работе ферментов. Особенности ферментов как катализаторов. Основные принципы ферментативного катализа. Теории узнавания ферментом субстрата. Общие особенности и механизмы работы активных центров ферментов. Номенклатура ферментов. Классификация ферментов. Коферменты и простетические группы некоторых классов ферментов. Основы кинетики ферментативных процессов. Методы регуляции активности ферментов. Ингибиция ферментов. Значение энзимологии для медицины.

1.9. Витамины. Определение витаминов и основные биологические признаки витаминов и витаминоподобных веществ. История открытия витаминов. Основные природные источники витаминов для организма человека. Классификация витаминов. Жирорастворимые и водорастворимые витамины, их биохимические функции и биологическая значимость на организменном уровне.

## Раздел 2. Метаболизм.

2.1. Общие закономерности метаболических процессов. Определение метаболизма и основные задачи, которые он решает на уровне функционирования всего организма. Взаимосвязь катаболических и анаболических процессов. Пластический и энергетический обмен. Особенности организации, протекания и регуляции метаболических процессов. Макроэргические вещества. Структурные особенности, природа макроэргичности и роль АТФ в энергетическом обмене. Механизм протекания энергозависимых биохимических процессов при участии АТФ. Восстановительный потенциал клетки.

2.2. Катаболизм углеводов. Общая схема биотрансформации углеводов по ходу пищеварительного тракта. Общая схема метаболических преобразований глюкозы. Метаболизм гликогена. Гликолиз: общая метаболическая схема, механизм работы

некоторых ферментных систем, особенности протекания в аэробных и анаэробных условиях в клетке. Энергетический выход гликолиза. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Цикл Кребса. Анаплероз и его биологическая значимость.

2.3. Катаболизм липидов. Общее представление о катаболизме липидов. Расщепление триацилглицеридов. Катаболический путь глицерина. Катаболизм жирных кислот (бетта-окисление): особенности протекания и регуляции. Факторы, нарушающие нормальную работы ферментативных систем процесса бетта-окисления.

2.4. Катаболизм аминокислот. Кетоновые тела: особенности метаболизма, биологическая значимость и патологические проявления чрезмерной концентрации. Общая схема и закономерности протекания катаболических процессов протеиногенных аминокислот. Пиридоксальфосфатзависимые ферменты и их роль в биохимических преобразования аминокислот. Транспорт и «судьба» биогенного аммиака. Особенности выделения азота в различных видах живых организмов. Цикл мочевины. Особенности деградации углеродного скелета некоторых протеиногенных аминокислот.

2.5. Окислительное фосфорилирование. Локализация в клетке и общие закономерности протекания процесса окислительного фосфорилирования. Компоненты цепи переноса электронов, особенности их строения, функционирования и взаимосвязь. Современные представления о функционировании системы окислительного фосфорилирования: организация суперкомплексов электрон-транспортной цепи. Особенности строения у функционирования АТФ-синтазы. Регуляция активности протекания окислительного фосфорилирования и синтеза АТФ. Гипоэнергетические состояния. Роль митохондрий в регуляции температуры тела. Разобщители окислительного фосфорилирования. Активные формы кислорода и биологические системы их дезактивации.

2.6. Анаболизм углеводов. Общее представление о анаболических процессах. Особенности протекания и регуляции глюконеогенеза. Исходные метаболиты для биосинтеза глюкозы. Цикл Кори. Синтез глюкозы из пирувата: особенности протекания в сравнении в обратным катаболических процессов, механизмы реализации некоторых стадий. Энергетический баланс глюконеогенеза.

2.7. Биосинтез липидов. Наиболее значимые пути анаболизма липидов. Биосинтез жирных кислот: особенности строения, функционирования и регуляции работы соответствующего ферментного комплекса, химизм протекающих на нем реакций. Особенности синтеза длинноцепочечных и ненасыщенных жирных кислот. Синтез триацилглицеринов.

2.8. Биосинтез аминокислот и пептидов. Общий обзор метаболизма азота. Общая схема биосинтеза аминокислот. Особенности биосинтеза некоторых протеиногенных аминокислот. Общие закономерности биосинтеза пептидов. Биосинтез пептидных гормонов. Биосинтез инсулина. Биосинтез низкомолекулярных пептидов на примере биосинтеза глутатиона.

2.9. Биосинтез белков. Общее представление о биосинтезе белков: основные стадии и участники процесса. Генетический код. Особенности протекания стадии транскрипции при биосинтезе белков. Механизм образования аминоацил-тРНК, особенности работы фермента аминоацил-тРНК-сингтетазы. Особенности строения рибосом. Особенности протекания стадии трансляции при биосинтезе белка. Цикл элонгации и факторы, участвующие в его протекании.

2.10. Фотосинтез. Общие особенности анаболических процессов у фотосинтезирующих организмов. Взаимосвязь автотрофных и гетеротрофных

организмов. Биологическая роль фотосинтеза. Локализация и общая схема фотосинтеза. Особенности фотофизического, фотохимического и химического этапов фотосинтеза. Цикл Кальвина.

2.11. Метаболизм ксенобиотиков. Определение ксенобиотиков. Пути поступления и выведения ксенобиотиков в организме животных. Классификация ксенобиотиков. Общее представление о фазах метаболизма ксенобиотиков их биохимическое значение. Фаза I метаболизма ксенобиотиков. Механизм гидроксилирования субстрата при участии цитохрома Р-450. Окислительные процессы опосредованные цитохромом Р450. Регуляция активности ферментной системы цитохрома Р450. Гидролитические реакции в метаболизме ксенобиотиков. Реакции восстановления в метаболизме ксенобиотиков. Фаза II метаболизма ксенобиотиков. Конъюгация промежуточных метаболитов с остатками углеводов. Реакции сульфатирования. Реакции ацетилирования и метилирования в метаболизме ксенобиотиков. Конъюгация промежуточных метаболитов с аминокислотами. Роль глутатиона в метаболизме ксенобиотиков.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел 1 | Раздел 2 |
|----|---|----------|----------|
|    | <b>Знать:</b>   |          |          |
| 1  | – основные структурные элементы углеводов, нуклеиновых кислот, белков и других биомолекул сложного строения.  | +        |          |
| 2  | – принципы ферментативного катализа и ингибиования ферментов.   | +        |          |
| 3  | – основные метаболические пути и механизмы регуляции метаболических процессов многоклеточных организмов.  |          | +        |
| 4  | – основные метаболические пути и механизмы регуляции метаболических процессов многоклеточных организмов.  |          | +        |
| 5  | – основные механизмы биотрансформации ксенобиотиков.  |          | +        |
|    | <b>Уметь:</b>   |          |          |
| 6  | – анализировать возможные биомицеты в организме при воздействии на него различных классов химических соединений.  | +        | +        |
| 7  | – разбираться в метаболических схемах организма, уметь моделировать биохимическую взаимосвязь между различными метаболитами.  |          | +        |
| 8  | – выявлять функциональные группы в составе новых соединений, которые могут превращаться в гепатотоксичные и мутагенные группы в результате биотрансформации монооксигеназами и другими метаболическими системами. |          | +        |
|    | <b>Владеть:</b>   |          |          |
| 9  | – терминологией в области биохимии и молекулярной биологии;   | +        | +        |
| 10 | – методологией биохимического подхода к изучению химии биологически активных веществ.   | +        | +        |

| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции и индикаторы их достижения:</i>    |   |  |   |   |
|--|---|--|---|---|
|  | Код и наименование УК   | Код и наименование индикатора достижения УК  |   |   |
| 11   | УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач   | УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа. | + | + |
| 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  |   |   |
| 12   | ПК-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.1 Знает методы получения и анализа, свойства, механизмы действия и области применения биологически активных веществ различных классов.  | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

| №<br>п/п | № раздела<br>дисциплины | Темы практических занятий                     | Часы      |
|----------|-------------------------|---|-----------|
| 1        | 1                       | Введение                                      | 1         |
| 2        |                         | Углеводы. Моносахариды                        | 1,5       |
| 3        |                         | Углеводы. Ди- и полисахариды                  | 1,5       |
| 4        |                         | Липиды и клеточные мембранны                  | 2         |
| 5        |                         | Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты              | 1,5       |
| 6        |                         | Аминокислоты, пептиды                         | 2         |
| 7        |                         | Белки   | 2         |
| 8        |                         | Ферменты                                      | 2,5       |
| 9        |                         | Витамины                                      | 2         |
| 10       | 2                       | Общие закономерности метаболических процессов | 1         |
| 11       |                         | Катаболизм углеводов                          | 3         |
| 12       |                         | Катаболизм липидов                            | 1         |
| 13       |                         | Катаболизм аминокислот                        | 2         |
| 14       |                         | Окислительное фосфорилирование                | 2         |
| 15       |                         | Анаболизм углеводов                           | 1         |
| 16       |                         | Биосинтез липидов                             | 1         |
| 17       |                         | Биосинтез аминокислот и пептидов              | 1         |
| 18       |                         | Биосинтез белков                              | 1         |
| 19       |                         | Фотосинтез                                    | 1         |
| 20       |                         | Метаболизм ксенобиотиков                      | 2         |
|          |                         | <b>Итого</b>                                  | <b>32</b> |

## 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 по тематике, связанной с биохимическими научными исследованиями и биотехнологическими производствами;
- 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** (5 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**

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

Для текущего контроля предусмотрены одна тестовая работа (по вводному подразделу курса) и две контрольных работы (по одной контрольной работе для 1-го и 2-го разделов дисциплины). Максимальная оценка за тестовую работу составляет 5 баллов, за контрольную работу № 1 – 24 балла и за контрольную работу № 2 – 31 балл.

**Раздел 1. Примеры вопросов тестовой работы по вводному подразделу.**  
**Максимальная оценка за тестовую работу составляет 5 баллов. Работа содержит 10 тестовых вопросов по 0,5 баллов за каждый.**

1. Определите органоид по описанию: мембранный, состоит из 5-10 плоских мешочеков, расположенных стопочкой, имеет мелкие везикулы

- A) митохондрия
- B) пероксисома
- C) аппарат Гольджи
- D) эндоплазматическая сеть

2. Какую функцию в клетке выполняют лизосомы?

- A) расщепляют биополимеры до мономеров
- B) окисляют глюкозу до углекислого газа и воды
- C) синтезируют органические вещества
- D) синтезируют полисахариды из моносахаридов

3. Хлоропласти имеются в клетках

- A) грибов
- B) цианобактерий
- C) водорослей
- D) животных
- E) амеб

4. Органоид, окруженный двойной мембраной

- A) митохондрия
- B) микротрубочка
- C) пероксисома
- D) аппарат Гольджи
- E) ядро

5. Органоид, обеспечивающий фолдинг белков

- A) гладкая эндоплазматическая сеть
- B) шероховатая эндоплазматическая сеть
- C) пероксисома
- D) лизосома
- E) митохондрия

6. Компактная внутриядерная структура называется

- A) хромосома
- B) хромонема
- C) хромофаза

- D) ядрышко
7. Тонкий слой углеводов на внешней поверхности плазмалеммы называется  
A) эктоплазма  
B) периплазма  
C) прокаликс  
D) гликокаликс
8. Внутриклеточные структуры, которые не являются ее обязательными компонентами, называются  
A) органоидами  
B) вакуолями  
C) экскретами  
D) цитоскелетом
9. На поверхности шероховатой ЭПС расположены  
A) митохондрии  
B) пластиды  
C) рибосомы  
D) лизосомы  
E) компоненты цитоскелета
10. Главное вещество, которое является источником энергии в клетке, – это  
A) клетчатка  
B) рибонуклеиновая кислота  
C) дезоксирибонуклеиновая кислота  
D) аденоинтрифосфат  
E) инозитолтрифосфат
11. Собственную ДНК имеет  
A) аппарат Гольджи  
B) лизосома  
C) эндоплазматическая сеть  
D) митохондрия

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 24 балла. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 8 баллов за вопрос.**

1. Характеристика уровней организации живой материи. Основные классы биоэлементов. Функции макроэлементов (в каком виде и в составе каких веществ встречаются в организме).
2. Углеводы: классификация, виды изомерии, основные функции в организме.
3. Строение углеводов, внутри- и межмолекулярные гликозидные связи (пиранозы, фуранозы, олиго- и полисахариды).
4. Аномерная гидроксильная группа в молекулах углеводов, ее реакционная способность. Образование гликозидных связей и их роль в живой природе.
5. Получение и биологическая роль витамина С.
6. Полисахариды. Строение целлюлозы, крахмала и гликогена. Почему целлюлоза более прочна и более компактна по своей структуре, чем крахмал?
7. Строение целлюлозы. Примеры использования целлюлозы в технических целях и в производстве лекарственных форм.
8. Опишите особенности строения и биологические функции гликогена, целлюлозы и хитина.

9. Характеристика основных классов липидов. Функции липидов в организме.
10. Строение и функции биомембран. Роль производных жирных кислот в построении биологических мембран, основные насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты в составе липидов мембран.
11. Строение и функции биомембран. Сравнительная характеристика молекулярного состава плазматической мембраны нейрона, эритроцита и внутренней мембраны митохондрий.
12. Проницаемость мембран для различных типов молекул и ионов. Виды организации транспорта через биологические мембранны. Пассивный и активный транспорт.
13. Виды организации транспорта через биологические мембранны. Пассивный и активный транспорт. Механизм работы  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТРазы; какой вид транспорта здесь реализуется?
14. Строение нуклеозидов и нуклеотидов. Функции нуклеотидов и их производных в организме. Ключевые стадии биосинтеза нуклеотидов
15. Структурные элементы, принцип построения, локализация и функции рибонуклеиновых кислот.
16. Строение наследственного вещества от нуклеотида до хромосомы. Принцип комплементарности. Изобразите полные структурные формулы комплементарных нуклеотидов ДНК (A-T, G-C).
17. Виды мутагенных агентов и их действие на нуклеиновые кислоты.
18. Структурные аналоги компонент ДНК и РНК и их использование в качестве лекарственных средств с антиметаболитным механизмом действия.
19. Общее строение ДНК. Вещества с интеркаляторным действием: общая характеристика структуры, действие на ДНК. Примеры канцерогенных веществ и лекарственных препаратов с интеркаляторным действием.
20. Общее строение и основные классы протеиногенных аминокислот, их роль в формировании третичной структуры белков.
21. Строение и характеристика пептидной связи. Биологические функции пептидов.
22. Структурные уровни упаковки белковых молекул. Какие типы связей используются при формировании каждого уровня.
23. Нативная конформация белка. Факторы, нарушающие нативную конформацию.
24. Классификация и функции белков.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 31 балл. Контрольная работа содержит 3 вопроса, вопросы №1 и №2 оцениваются по 10 баллов каждый, вопрос №3 (по теме «Метаболизм ксенобиотиков» оценивается в 11 баллов.**

*Примеры вопросов №1 и №2*

1. Ферментативный катализ метаболических процессов: строение ферментов, апоферменты, простетические группы (привести примеры структур), коферменты и кофакторы (привести примеры структур), активные и регуляторные центры, субстратная специфичность и роль структурных перестроек апоферментов в осуществлении катализитических функций.

2. Механизмы регуляции активности ферментов. Аллостерические ферменты. Приведите два примера аллостерических ферментов с указанием положительных и отрицательных эффекторов.

3. Классификация и номенклатура ферментов. Приведите по два примера реальных метаболических превращений для каждого класса ферментов.

4. Коферменты и простетические группы окислительно-восстановительных реакций. Приведите 5 примеров реакции гидрирования и дегидрирования в катаболических превращениях глюкозы до  $\text{CO}_2$ .

5. Простетические группы и коферменты переноса групп. Приведите примеры ферментативных реакций с участием тиаминпирофосфата, пиридоксальфосфата, кофермента А и биотина.

6. Биологическая роль водорастворимых витаминов. Витамины группы В. Приведите схемы образования соответствующих коферментов из витаминов: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub> (PP), В<sub>6</sub> и В<sub>9</sub>.

7. АТФ как источник химической энергии клеток. Строение, причины макроэргичности. Механизм работы АТФ-зависимых ферментов. Приведите по 2 примера метаболических превращений, в которых АТФ выступает в качестве источника энергии и в качестве донора фосфатных групп.

8. Хемиосмотический механизм образования АТФ в мембранах митохондрий и хлоропластов: общая схема процессов, их локализация и сравнительная характеристика.

9. Укажите полный баланс процесса гликолиза (в аэробных и анаэробных условиях). Укажите стадии, на которых происходит выработка химической энергии и образование восстановительных эквивалентов; укажите названия метаболитов, участвующих в них.

10. Приведите полную последовательность катаболических превращений процесса гликолиза. Обозначьте скоростьлимитирующие стадии процесса, опишите особенности работы ферментов, осуществляющих эти стадии. Укажите стадии, сопряженные с генерированием энергии и накоплением восстановительных эквивалентов.

*Примеры вопросов №3*

1. Общее представление о двух фазах процесса метаболизма ксенобиотиков. Выведение метаболитов в виде конъюгатов с глюкуроновой и серной кислотой.

2. Общее представление о двух фазах процесса метаболизма ксенобиотиков. Нейтрализация незамещенных ароматических соединений и выведение их из организма за счет образования глюкуронидов и сульфатов.

3. Общее представление о двух фазах процесса метаболизма ксенобиотиков. Индукция биосинтеза монооксигеназ липофильными ксенобиотиками и механизм каталитической активности оксигеназ Р<sub>450</sub>.

## **8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (5 семестр – зачет с оценкой)**

Билет для зачета с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит два вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. АТФ как источник свободной химической энергии. Схема образования XY из XОН и YН с участием АТФ. Хемиосмотический механизм образования АТФ в мембранах митохондрий и хлоропластов.

2. Механизм окислительного дезаминирования аминокислот в присутствии пиридоксальфосфатзависимых ферментов. Кетоглутаровая кислота в роли акцептора аммиака от пиридоксамина.

3. Фолиевая кислота, роль тетрагидрофолатзависимых ферментов в метаболических процессах, антиметаболитная активность сульфамида и метотрексата, их лекарственные свойства.

4. Макроэргические соединения и биогенные фосфаты в метаболических процессах, образование и расходование АТФ при анаэробном катаболизме глюкозы. Роль АТФ в биосинтезе амидов и пептидов на примере образования гиппуровой кислоты из бензойной кислоты и глицина.

5. Включение ацетильного фрагмента СоA-S-COCH<sub>3</sub> в цикл трикарбоновых кислот. Превращение лимонной кислоты в цис-аконитовую, изолимонную и кетоглутаровую, блокировка цикла Кребса фторацетатом.

6. Химизм дегидрирования альдегидных функций в биохимических превращениях с участием ферментов с сульфидрильными группами и сопряженное с этим образование аденоzinтрифосфата.

7. Белковые аминокислоты, их строение и роль в обменных процессах и в образовании третичной структуры белков. Синтез метионина в промышленности. Участие метионина в реакциях метилирования.

8. Глюкоза как источник свободной химической энергии. Гликолитическое превращение глюкозы в молочную кислоту и энергетический выход этого анаэробного процесса.

9. Пептиды и белки, первичная, вторичная ( $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -структура), третичная и четвертичная структура белковых молекул. Роль водородных связей, полярных и неполярных функциональных групп, сульфидрильных групп в поддержании третичной структуры белковых молекул.

10.  $\beta$ -Окисление жирных кислот с участием ферментов ацил-СоА-дегидрогеназы, еноил-СоА-гидратазы, 3-гидроксиацил-СоА-дегидрогеназы и тиолазы. Отличие кatabолического и анаболического путей трансформации жирных кислот.

11. Серин относится к заменимым аминокислотам. Предложите схему превращения глицеринового альдегида в аминокислоту серин.

12. Регуляторная роль пептидов, их биосинтез из аминокислот (на примере глютамина) и образование в результате гидролиза белков. Роль глютамина в метаболизме ксенобиотиков.

13. Схема превращения пирувата в пируватдегидрогеназном комплексе с участием тиаминпирофосфата, липоевой кислоты, ацетилкофермента А, флавопротеина и никотинамидадениндинуклеотида.

14. Участвующая в передаче нервных импульсов  $\alpha$ -аминомасляная кислота образуется в результате декарбоксилирования глютаминовой кислоты. Предложите схему процесса с участием пиридоксальфосфатзависимого фермента.

15. Строение углеводов, внутри- и межмолекулярные гликозидные связи (пиранозы, фуранозы, олиго- и полисахариды). Мутаротация сахаров и перегруппировка Лобри-де-Брюйна-ван-Эккенштейна. Окисление и восстановление сахаров, синтез аскорбиновой кислоты.

16. Образование активного кислорода в биохимических превращениях и механизмы биологической нейтрализации окислителей и свободных радикалов. Цепной процесс окисления липидов, роль аскорбиновой кислоты и витамина Е.

17. Механизм гормональной активности адреналина. Адренорецептор, G-белки, аденилатцилаза и запускаемое аденилатцилазой образование фосфата глюкозы из гликогена.

18. Структурные элементы и принцип построения дезоксирибонуклеиновых и нуклеиновых кислот, химическое повреждение ДНК азотистой кислотой и ее производными, действие на ДНК алкилаторов, электромагнитного излучения.

19. Образование аспарагиновой и глютаминовой кислот из продуктов превращения лимонной кислоты в цикле трикарбоновых кислот. Трансаминазы и источник аминного азота.

20. Нейтрализация ксенобиотических фенольных соединений и выведение их из организма за счет образования глюкуронидов.

21. Высшие карбоновые кислоты и их роль в живой природе. Жиры, фосфатидилхолин, сфингомиelin и другие липиды мембран. Строение клеточных мембран и их проницаемость для ионов, гидрофильных и гидрофобных молекул. Активный и пассивный транспорт веществ через мембранные межмембранный потенциал.

22. Спиртовое брожение, образование пировиноградной кислоты и ее превращение в ацетальдегид с участием тиаминпирофосфата, восстановление ацетальдегида алкогольдегидрогеназой.

23. Механизм образования оксалоацетата из пирувата, каталитическая функция биотина, участие оксалоацетата в катаболических и анаболических процессах.

24. Ферментативный катализ метаболических процессов. Классификация ферментов, их строение – апоферменты, простетические группы, коферменты и кофакторы, активные и регуляторные центры. Конкурентное, неконкурентное и бесконкурентное ингибирование ферментов.

25. Биосинтез жирных кислот: образование малонилкофермента А, его С-ацилирование и последующие превращения, завершающиеся образованием пальмитиновой кислоты. Различие анаболизма и катаболизма жирных кислот.

26. Химизм ассимиляции диоксида углерода при катализе рибулозидифосфаткарбоксилазой, общее представление о цикле Кальвина. Реакция светового дыхания.

27. Обмен веществ в живой природе, взаимосвязь катаболических и анаболических превращений белков, липидов и углеводов. Образование и расходование АТФ и восстановительного потенциала, его природа.

28. Классификация ферментов, общие представления о их строении, субстратная специфичность и роль структурных перестроек апоферментов в осуществлении каталитических функций, «ключ-замок» и индуцированное соответствие, эффект сближения, дестабилизации и сопряженный кислотно-основной катализ.

29. Структурные элементы полисахаридов целлюлозы и хитина, особенности их строения. Производные целлюлозы и их использование.

30. Анаболические и катаболические превращения аминокислот, заменимые и незаменимые аминокислоты, аминокислоты в роли источников энергии. Промышленное производство метионина и лизина.

31. Ацетилкофермент А и реакционная способность ацетильных фрагментов в этом соединении на примере образования мевалоната из трех молекул CoAS-COCH<sub>3</sub>.

32. Структурные аналоги компонент ДНК и РНК и их использование в качестве лекарственных средств с антиметаболитным механизмом действия.

33. Обратимость биохимических превращений, роль регуляторных ферментов. Общие и различающиеся этапы катаболизма и анаболизма жирных кислот и глюкозы.

34. Образование мевалоната и его превращение в изопентенилпирофосфат и диметилаллилпирофосфат. Биосинтез геранилпирофосфата, фаренезилпирофосфата и стероидов из этих соединений.

35. Быстрая детоксикация аммиака глютаминовой кислотой и участие глютаминовой кислоты во взаимных превращениях пиридоксальфосфата и пиридоксамина.

36. Фотосинтез: антенные молекулы хлорофилла и каротиноидов, фотопротекционные центры, пигменты мембран хлоропластов и путь возбужденных электронов в ФС I и ФС II. Реакция Хилла. Световые и темновые реакции фотосинтеза, механизм ассимиляции диоксида углерода у C<sub>3</sub>-растений.

37. Механизм образования у животных мочевины из аммиака в цепи превращений орнитин – цитруллин – аргининосукиннат – аргинин. Источники аммиака и его выведение из организмов рыб и рептилий.

38. Образование активированного кислорода в метаболических процессах и окисление биомолекул супероксидом и в присутствии гидроксильного радикала. Защитные системы аэробных клеток.

39. Никотинамидадениндинуклеотид и флавопротеиды в метаболических процессах, их восстановительный потенциал. Реакции гидрирования и дегидрирования в катаболических превращениях глюкозы.

40. Роль митохондрий в осуществлении аэробных биоэнергетических процессов, строение митохондрий, электронпереносящие пигменты внутренней мембранны, перенос протонов и использование транспорта протонов через митохондриальную мембрану для синтеза АТФ.

41. Катаболическое превращение фенилаланина, фенилкетонурия, включение продуктов окислительного превращения фенилаланина в цикл Кребса.

42. Нейрогуморальная регуляция, основные типы гормонов и пути их воздействия на внутриклеточные процессы. Взаимосвязь гипоталамуса, гипофиза и желез внутренней секреции. Гормоны щитовидной железы и адреналин – производные тирозина. Инсулин и его роль в развитии сахарного диабета.

43. Витамины в качестве предшественников коферментов и простетических групп. Витамины группы В, витамин РР (ниацин), механизм карбоксилирования биотинзависимыми ферментами, примеры.

44. Синтез метионина по реакции Бухерера-Бергса. Проблема получения оптически чистых аминокислот.

45. Индукция биосинтеза монооксигеназ липофильными ксенобиотиками и механизм каталитической активности оксигеназ Р<sub>450</sub>. Окислительные превращения алифатических и ароматических соединений, токсичность интермедиатов.

46. Роль биотина (витамина Н) в обратном превращении молочной кислоты в глюкозу, роль глюконеогенеза в поддержании гомеостаза, глюкогенные аминокислоты. Сравнение энергетик гликолиза и глюконеогенеза.

47. Механизм токсического и мутагенного действия на ДНК веществ с алкилирующей способностью. Детоксикация алкилаторов и окислителей глютамил-цистеинил-глицином (глютатионом).

48. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса) и его роль в энергетическом обеспечении клеток. Выход АТФ в аэробных и анаэробных превращениях глюкозы. Химизм циклического превращения оксалоacetата и его образование из аспарагиновой кислоты.

49. Метаболизм ксенобиотиков. Транспорт и превращения полярных и неполярных ксенобиотиков в клетках растений и животных. Реакции гидролиза и восстановления. Образование водорастворимых конъюгатов с аминокислотами.

50. Катаболические превращения карбоновых кислот с нечетным числом атомов углерода.

51. Ферменты с гидролазной и восстановительной активностью в метаболизме ксенобиотиков, две фазы процесса и выведение метаболитов в виде конъюгатов с глюкуроновой и серной кислотой.

52. Высшие карбоновые кислоты и их роль в живой природе. Жиры, фосфатидилхолин, сфингомиelin и другие липиды мембран. Строение клеточных мембран и их проницаемость для ионов, гидрофильных и гидрофобных молекул. Активный и пассивный транспорт веществ через мембранные, межмембранный потенциал.

53. Антиметаболитная активность сульфамидных препаратов, фторукусусной, малоновой кислоты и принципы конкурентного и неконкурентного ингибирования ферментативных процессов.

54. Механизм дезаминирования первичных аминных функций (на примере аланина) и декарбоксилирование аминокислот в присутствии пиридоксальфосфатзависимых ферментов.

55. Пилюватдегидрогеназный мультиферментный комплекс и химизм протекающих в нем процессов. Роль тиаминпирофосфата, кофермента А, липоевой кислоты и флавопротеида, блокировка процесса солями тяжелых металлов.

56. Принцип биосинтеза белка в рибосомах, роль ДНК, м-РНК и т-РНК.

57. Индуцирование биосинтеза монооксигеназ диоксином и аналогичными соединениями, биологические последствия. Образование токсичных соединений в процессах биохимического превращения ксенобиотиков. Детоксикация веществ с алкилирующей способностью глютатионом.

58. Катаболические превращения фенилаланина, образование тирозина и гомогентизиновой кислоты, возможные генетические нарушения.

59. Классификация ферментов, общие представления о их строении, субстратная специфичность и роль структурных перестроек апоферментов в осуществлении катализитических функций, «ключ-замок» и индуцированное соответствие, эффект сближения, дестабилизации и сопряженный кислотно-основной катализ.

60. Роль митохондрий в протекании аэробных биоэнергетических процессов, строение митохондрий и их мембран, перенос электронов и протонов в мембранах и через мембранны, биосинтез АТФ.

61. Катаболическое превращение валериановой кислоты с образованием продуктов, участвующих в цикле Кребса.

62. Роль производных жирных кислот в построении биологических мембран, основные насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты в составе липидов мембран. Сигнальная роль арахидоновой кислоты.

63. Реализация записанной в ДНК генетической информации, кодирование аминокислотных последовательностей в белках. Нарушения процесса репликации и транскрипции интеркаляторами.

64. Различие в строении основных полисахаридов – крахмала, целлюлозы и хитина. Использование производных целлюлозы в технических целях и в производстве лекарственных форм.

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

### **8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (5 семестр).**

Зачет с оценкой по дисциплине «Основы биохимии» проводится в 5 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из двух вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

|   |  |
|---|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. каф. ХТБМП  | <i>Министерство науки и высшего образования РФ</i>   |
|   | <i>Российский химико-технологический университет<br/>имени Д.И. Менделеева</i>   |
| _____ М.С. Ощепков<br>«__» ____ 20__ г.   | <i>Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов</i>  |
|   | <i>18.03.01 Химическая технология<br/>Профиль – «Технология синтетических биологически<br/>активных веществ, химико-фармацевтических<br/>препаратов и косметических средств»<br/>«Основы биохимии»</i> |
| <b>Билет № 1</b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"><li>Жирные кислоты и их производные, их роль в построении биологических мембран. Основные насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, и их биологическая активность. Арахидоновая кислота и регуляторная функция ее метаболитов.</li><li>Роль митохондрий в протекании аэробных биоэнергетических процессов, строение митохондрий и их мембран, перенос электронов и протонов в мембранах и через мембранны, биосинтез АТФ.</li></ol> |  |

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

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: учеб. пособие - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 229 с.
2. Эллиот, В. Биохимия и молекулярная биология: пер. с англ.: Учеб. пособие для студ. мед. и фармацевт. спец. мед. вузов / В. Эллиот, Д. Эллиот. - М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2002. – 234 с. (Базовый учебник).

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Лопина О.Д., Щекотихин А.Е., Акимова Е. И., Панов А. В. ред. Асеев В.В. Основы биохимии. Статическая биохимия: учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2013. - 172 с.
2. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 472с.
3. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т.1: Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. 3-е изд., испр. М.: Лаборатория знаний, 2017. – 694 с.

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

- Презентации к лекциям, размещенные на портале Moodle@muctr для дисциплины «Основы биохимии» (кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов, автор Поливанова А.Г.).
- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям и практическим занятиям, размещенный на портале Moodle@muctr для дисциплины «Основы биохимии» (кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов, автор Поливанова А.Г.).
- Видеолекции по дисциплине, размещенные на портале Moodle@muctr для дисциплины «Основы биохимии» (кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов, автор Поливанова А.Г.).

Научно-технические журналы:

- Журнал «Биоорганическая химия» ISSN 0132-3423
- Журнал «Биохимия» ISSN 0320-9725
- Журнал «Молекулярная биология» ISSN 0026-8984
- Журнал «Биомедицинская химия» ISSN 1990-7508
- Журнал «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии» ISSN 1560-9596
- Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
- Ресурсы American Chemical Society: <http://www.acs.org/content/acs/en.html/>
- Ресурсы Royal Society of Chemistry: <http://pubs.rsc.org/>
- Ресурсы Издательства Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
- Ресурсы ELSEVIER: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

## **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 «Основы биохимии» 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.

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

Раздаточный иллюстративный материал к практическим занятиям.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные принтерами и программными средствами, проекторы, экраны, МФУ, 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 практическим занятиям.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде.

### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

| №<br>п/п | Наименование<br>программного<br>продукта  | Реквизиты<br>договора<br>поставки      | Примечание   | Срок окончания<br>действия лицензии  |
|----------|---|--|--|--|
| 1.       | Microsoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | бессрочная   |
| 2.       | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.       | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

### 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

| Наименование<br>разделов                             | Основные показатели оценки  | Формы и методы<br>контроля и оценки   |
|--|---|---|
| <b>Раздел 1. Структурные компоненты биополимеров</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные структурные элементы углеводов, нуклеиновых кислот, белков и других биомолекул сложного строения;</li> <li>– принципы ферментативного катализа и ингибиции ферментов;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать возможные биомицеты в организме при воздействии на него различных классов химических соединений;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– терминологией в области биохимии и молекулярной биологии;</li> <li>– методологией биохимического подхода к изучению химии биологически активных веществ.</li> </ul> | <p>Оценка за вводное тестирование</p> <p>Оценка за контрольное тестирование №1</p> <p>Оценка за зачет (итоговое тестирование по дисциплине)</p> |
| <b>Раздел 2. Метаболизм</b>                          | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные метаболические пути и механизмы регуляции метаболических процессов многоклеточных организмов;</li> </ul>   | Оценка за контрольное тестирование №2   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные механизмы биотрансформации ксенобиотиков;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать возможные биометаболизмы в организме при воздействии на него различных классов химических соединений;</li> <li>– разбираться в метаболических схемах организма, уметь моделировать биохимическую взаимосвязь между различными метаболитами;</li> <li>– выявлять функциональные группы в составе новых соединений, которые могут превращаться в гепатотоксичные и мутагенные группы в результате биотрансформации монооксигеназами и другими метаболическими системами;</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– терминологией в области биохимии и молекулярной биологии;</li> <li>– методологией биохимического подхода к изучению химии биологически активных веществ.</li> </ul> | <p>Оценка за зачет<br/>(итоговое<br/>тестирование по<br/>дисциплине)</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  
«Основы биохимии»**

**основной образовательной программы  
по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология,  
профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов  
и косметических средств»**

**Форма обучения: очная**

| Номер изменения/дополнения | Содержание дополнения/изменения | Основание внесения изменения/дополнения                       |
|----------------------------|---------------------------------|---|
| 1.                         |                                 | 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. |
|                            |                                 | 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 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Основы научных исследований в химии биологически активных веществ»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»**

**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена доцентом Кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов к.х.н. Поливановой А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрами факультета Химико-фармацевтических технологий и биомедицинских РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы научных исследований в химии биологически активных веществ» относится к дисциплинам по выбору части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей, неорганической и органической химии.

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся профессиональных компетенций в области химии и технологии биологически активных веществ посредством осуществления экспериментальной научно-исследовательской деятельности в рамках индивидуального задания.

**Задачи дисциплины:**

- приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы;
- приобретение навыков обработки, интерпретации и представления результатов научных исследований.

Дисциплина «Основы научных исследований в химии биологически активных веществ» преподается в 7 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>  |   |   |   |   |
| 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-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.3 Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения задач научно-исследовательской и производственной деятельности<br><br>ПК-3.4 Умеет выбирать оптимальные методы и средства проведения аналитических исследований для решения конкретных задач в области синтеза биологически активных веществ и производства готовых продуктов на их основе<br><br>ПК-3.5 Владеет навыками практической работы в области химии биологически активных веществ и готовых продуктов на их основе | 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.<br><br>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5). |

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- Порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химии и технологии биологически активных веществ;
- Теоретические основы синтеза органических соединений с потенциальной или известной биологической активностью в рамках заданной научно-исследовательской тематики;
- Свойства и методы анализа химических соединений и материалов на их основе, необходимые для решения поставленных научно-исследовательских задач;

*Уметь:*

- Осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- Осуществлять проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ данных в рамках заданной научно-исследовательской тематики;
- Применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных.

*Владеть:*

- Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ;
- Способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки по организации научно-исследовательских работ;
- Навыками работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой по тематике исследования.

### 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>2,22</b>            | <b>80</b>  | <b>60</b>  |
| Лабораторные работы                                | 2,22                   | 80         | 60         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 2,22                   | 80         | 60         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>1,78</b>            | <b>64</b>  | <b>48</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 63,8       | 47,85      |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       | 1,78                   | 0,2        | 0,15       |
| <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         | <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 |
| 1.       | <b>Раздел 1. Выполнение научно-исследовательской работы или научно-технологического проекта</b> | <b>124</b>    | <b>70</b>                               | <b>70</b>      | <b>70</b>                               | <b>54</b>      |
| 1.1      | Выполнение научных исследований   | 124           | 70                                      | 70             | 70                                      | 54             |
| 2.       | <b>Раздел 2. Представление результатов научных исследований или научного проекта</b>            | <b>20</b>     | <b>10</b>                               | <b>10</b>      | <b>10</b>                               | <b>10</b>      |
|          | <b>ИТОГО</b>  | <b>144</b>    | <b>80</b>                               | <b>80</b>      | <b>80</b>                               | <b>64</b>      |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Выполнение научно-исследовательской работы или научно-технологического проекта.**

Составление программы/концепции исследования или проекта. Формулирование целей и задач исследования/проекта. Планирование и формирование структуры и общего содержания основных разделов научно-исследовательской работы или научно-технологического проекта. Составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования/проекта. Выполнение научных исследований или проектных заданий в соответствии с тематикой и планом работы. Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов. Анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования/проекта, формулировка выводов. Написание отчета по научно-исследовательской работе / научно-технологическому проекту.

### **Раздел 2. Представление результатов научных исследований или научного проекта.**

Подготовка научного доклада и презентации проведенной научно-исследовательской работы / научно-технологического проекта в соответствии с концепцией работы с применением современных информационных технологий.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел 1   | Раздел 2 |
|--|--|--|----------|
|  | <b>Знать:</b>  |  |          |
| 1  | – Порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химии и технологии биологически активных веществ; | +  | +        |
| 2  | – Теоретические основы синтеза органических соединений с потенциальной или известной биологической активностью в рамках заданной научно-исследовательской тематики;                                  | +  | +        |
| 3  | – Свойства и методы анализа химических соединений и материалов на их основе, необходимые для решения поставленных научно-исследовательских задач;  | +  | +        |
|  | <b>Уметь:</b>  |  | +        |
| 4  | – Осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;  | +  | +        |
| 5  | – Осуществлять проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ данных в рамках заданной научно-исследовательской тематики;  | +  | +        |
| 6  | – Применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных;  | +  | +        |
|  | <b>Владеть:</b>  |  | +        |
| 7  | – Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ;   | +  | +        |
| 8  | – Способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки по организации научно-исследовательских работ;  | +  | +        |
| 9  | – Навыками работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой по тематике исследования;  | +  | +        |
| В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i> |  |  |          |
|  | <b>Код и наименование ПК</b>   | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>   |          |
| 10   | ПК-3 Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в области  | ПК-3.3 Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения задач научно-исследовательской и производственной деятельности; | +        |

|    |   |  |   |   |
|----|---|--|---|---|
| 11 | синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-3.4 Умеет выбирать оптимальные методы и средства проведения аналитических исследований для решения конкретных задач в области синтеза биологически активных веществ и производства готовых продуктов на их основе;<br>ПК-3.5 Владеет навыками практической работы в области химии биологически активных веществ и готовых продуктов на их основе; | + | + |
| 12 |   |  | + | + |

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Лабораторные занятия

#### Примерные темы лабораторных занятий по дисциплине

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1                    | еженедельные консультации по тематике научного исследования, включающие помощь в практическом освоении методов и приборов, необходимых для реализации задач НИР, обсуждение и согласование полученных промежуточных результатов НИР | 62   |
| 2     |                      | обсуждения результатов и выводов от посещения профильных предприятий, выставок, семинаров и прочих научно-образовательных мероприятий по тематике научной работы  | 8    |
| 3     | 2                    | консультационные занятия по подготовке и написанию отчета по научно-исследовательской работе  | 6    |
| 4     |                      | консультационные занятия по подготовке научного доклада и презентации   | 4    |

## 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 исследовательской работы;
- подготовку отчета по проведенной экспериментальной работе;
- подготовку литературного обзора по тематике исследовательской работы;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине в форме защиты отчета по исследовательской работе, включая подготовку доклада о результатах работы и презентацию доклада.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярную проработку и анализ материалов по тематике исследовательской работы.

## 8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение отчета по исследовательской работе (максимальная оценка 60 баллов), доклада о результатах исследовательской работы (максимальная оценка 20 баллов) и презентации доклада о результатах исследовательской работы (максимальная оценка 20 баллов).

## **8.1. Примерная тематика исследовательских работ.**

1. Синтез новых производных 1-окси-1-триазен-2-оксидов, содержащих N-сульфамоильные фрагменты;
2. Влияние молекулярной массы полимеров на формирование полиэлектролитных комплексов для инкапсулирования;
3. Синтез мостиковых тетраоксанов, трициклических монопероксидов и их модификация;
4. Влияние температуры на физико-химические свойства многослойных микрокапсул на основе биополимеров;
5. Изучение флавоноидов экстракта верблюжьей колючки *Alhagi Pseudalhagi* и определение их антиоксидантной активности;
6. Особенности получения концентратов сqualена из масла амаранта методом щелочного гидролиза;
7. Изучение фитоактивности производных арилмочевин (EDU)
8. Мембранотропная активность фитоактивных производных карбаматов и оксаматов;
9. Синтез и биологическая активность производных CN-палладацикла на основе N, N-диметил-1,1-дифенилметиламина;
10. Получение мицеллярных форм этопозида на основе гидрофобизированной флуоресцентно меченой гиалуроновой кислоты для адресной доставки в опухоли;
11. Моделирование взаимодействия производных 15,16-секо-эстрадиола с эстрогеновым рецептором ER $\alpha$  методами молекулярного докинга и молекулярной динамики;
12. Включение производных клозо-декабората в наночастицы на основе сополимера молочной и гликолевой кислот и гидрофобизированной гиалуроновой кислоты;
13. Синтез и изучение рострегуляторной активности производных 2-имидаэтилдициона;
14. Клонирование рекомбинантного металл-связывающего белка и анализ его свойств;
15. Изучение ферментативного разделения стереоизомеров в ряду фтор- и фосфорорганических соединений;
16. Карбоциклические N-ацилзамещённые аминокислоты, как ингибиторы ионных каналов вирусов
17. Получение производных бексаротена
18. Физико-химическая характеристика взаимодействия Овальбумина с олигохитозаном различной степени ацетилирования

## **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

### **9.1. Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Коваленко Л.В., Попков С.В. Психоактивные соединения. Химия и биологическая активность: Учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2012. - 124 с.
2. Коваленко Л.В., Ощепков М.С., Соловьева И.Н. Химия и биологическая активность фосфорорганических соединений: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2015. - 156 с. 30
3. Кочетков К.А., Калистратова А.В. Региоселективный синтез биологически активных веществ: учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. - 123 с.
4. Попков С.В., Кузенков А.В., Бурдейный М.Л., Захарычев В.В., Дашкин Р.Р., Шарипов М.Ю., Ярёменко И.А. Получение синтетических биологически активных веществ и промежуточных продуктов: учебн. пособие Лабораторный практикум. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 144 с.
5. Методические рекомендации по выполнению и оформлению отчетов по всем видам практик и выпускных квалификационных работ кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов: учебно-метод. пособие / сост. А. Г. Поливанова, С. В. Ткаченко, А. В. Калистратова, И. Н. Соловьева, М. С. Ощепков. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2023. – 184 с.
6. Травень В. Ф. Органическая химия: учебник для вузов, в 3 т. / В. Ф. Травень. - Москва: БИНОМ Лаборатория знаний, 2004. – 517 с. (Базовый учебник).

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Кукушкина В.В. Организация научно-исследовательской работы студентов (бакалавров): Учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 265с.
2. Герасимов Б.И., Дробышева В.В., Злобина Н.В. и др. Основы научных исследований: Учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. 202 с.
3. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: Учеб. пособие - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
4. Эллиот, В. Биохимия и молекулярная биология [Текст] : пер. с англ. : Учеб. пособие для студ. мед. и фармацевт. спец. мед. вузов / В. Эллиот, Д. Эллиот. - М. : МАИК "Наука/Интерperiодика", 2002.
5. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. / Н.Н. Мельников // М.: Химия, 1987. (Базовый учебник).
6. Граник В.Г. "Основы медицинской химии", Вузовская книга, 2001. (Базовый учебник).

## 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- «Журнал Органической химии», ISSN: 0514-7492
- «Журнал Общей химии», ISSN: 0044-460X
- «Известия РАН, серия химическая», ISSN: 0002-3353
- «Успехи химии», ISSN: 0042-1308
- «Кристаллография», ISSN: 0023-4761
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN: 0023-110X
- «Tetrahedron», ISSN: 0040-4020
- «Tetrahedron Letters», ISSN: 0040-4039
- «Tetrahedron: Asymmetry», ISSN: 0957-4166
- «Journal of Crystal Growth», ISSN: 0022-0248
- «Mendeleev Communication», ISSN: 0959-9436
- «Chirality», ISSN: 0899-0042
- «Stereochemistry», ISSN: 1024-2430
- «Journal of Organic Chemistry», ISSN: 0022-3263
- «Journal of the American Chemistry Society», ISSN: 0002-7863
- «European Journal of Organic Chemistry», ISSN: 1099-0690

## 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 «Основы научных исследований» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

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

Химическая лаборатория, оснащенная вытяжными шкафами, лабораторными столами, техническими весами (до 3-го знака), роторно-пленоочными испарителями, магнитными мешалками с подогревом, водоструйными насосами, сушильным шкафом, расходными материалами (лабораторная посуда, реагенты, растворители).

Лаборатория для проведения лабораторных работ, оборудованная, лабораторной мебелью, лабораторной посудой и следующим оборудованием: весы аналитические; спектрофотометр (УФ и видимая области спектра), CINTRA 101; фотоэлектроколориметр, КФК-3-0,1, Россия, ЗОЗМ; жидкостные хроматографы микроколоночные с управляющими ноутбуками («МИЛИХРОМ А-02 – 2 шт., «АЛЬФАХРОМ» - 1 шт.) (ЗАО «Институт хроматографии», г. Новосибирск); система капиллярного электрофореза «Капель-105М», Россия, Люмэкс; pH-метр, укомплектованный комбинированным стеклянным электродом, РСЕ-228; кондуктометр, Эконикс-Эксперт 002, «Эконикс-эксперт»; настольная миницентрифуга, Eppendorf.

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

Наглядный иллюстративный материал по оформлению и представлению различных видов информации в отчетах по экспериментальной исследовательской работе, образцы биологически активных веществ, эталонные спектры чистых соединений.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

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

| №<br>п/п | Наименование<br>программного продукта  | Реквизиты<br>договора<br>поставки     | Примечание   | Срок окончания<br>действия<br>лицензии   |
|----------|--|---------------------------------------|--|--|
| 1.       | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013 | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. | бессрочная   |
| 2.       | Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020 | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах. | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

|    |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|
| 3. | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 4. | «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. Выполнение и представление результатов научных исследований</b> | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химии и технологии биологически активных веществ;</li> <li>– Теоретические основы синтеза органических соединений с потенциальной или известной биологической активностью в рамках заданной научно-исследовательской тематики;</li> <li>– Свойства и методы анализа химических соединений и материалов на их основе, необходимые для решения поставленных научно-исследовательских задач;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;</li> <li>– Осуществлять проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ данных в рамках заданной научно-исследовательской тематики;</li> </ul> | Оценка за отчет о научно-исследовательской работе |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ;</li> <li>– Способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки по организации научно-исследовательских работ;</li> <li>– Навыками работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой по тематике исследования.</li> </ul>  |  |
| <p><b>Раздел 2. Представление результатов научных исследований или научного проекта</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химии и технологии биологически активных веществ;</li> <li>– Теоретические основы синтеза органических соединений с потенциальной или известной биологической активностью в рамках заданной научно-исследовательской тематики;</li> <li>– Свойства и методы анализа химических соединений и материалов на их основе, необходимые для решения поставленных научно-исследовательских задач;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;</li> <li>– Осуществлять проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ данных в рамках заданной научно-исследовательской тематики;</li> <li>– Применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для</li> </ul> | <p>Оценка за доклад о результатах научно-исследовательской работы</p> <p>Оценка за презентацию результатов научно-исследовательской работы</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>анализа экспериментальных данных.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ;</li> <li>– Способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки по организации научно-исследовательских работ;</li> <li>– Навыками работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой по тематике исследования.</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  
«Основы научных исследований в химии биологически активных веществ»**

**основной образовательной программы  
по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология,  
профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов  
и косметических средств»**

**Форма обучения: очная**

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы научных исследований»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»**

**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена доцентом Кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов к.х.н. Поливановой А.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрами факультета Химико-фармацевтических технологий и биомедицинских РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы научных исследований» относится к обязательным дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют базовую теоретическую и практическую подготовку в области общей, неорганической и органической химии.

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся профессиональных компетенций в области химии и технологии биологически активных веществ посредством осуществления экспериментальной научно-исследовательской деятельности в рамках индивидуального задания.

### Задачи дисциплины:

- приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы;
- приобретение навыков обработки, интерпретации и представления результатов научных исследований.

Дисциплина «Основы научных исследований» преподается в 5 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 разработка   | ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные | ОПК-5.1 Знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа, методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных<br>ОПК-5.2 Умеет выбрать методику анализа для поставленной задачи и выполнить экспериментально, применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента |

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- Порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химии и технологии биологически активных веществ;
- Теоретические основы синтеза органических соединений с потенциальной или известной биологической активностью в рамках заданной научно-исследовательской тематики;
- Свойства и методы анализа химических соединений и материалов на их основе, необходимые для решения поставленных научно-исследовательских задач;

*Уметь:*

- Осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- Осуществлять проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ данных в рамках заданной научно-исследовательской тематики;
- Применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных.

*Владеть:*

- Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ;
- Способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки по организации научно-исследовательских работ;
- Навыками работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой по тематике исследования.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы                                 | Объем дисциплины       |            |            |
|--|------------------------|------------|------------|
|  | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>5</b>               | <b>180</b> | <b>135</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>     | <b>2,67</b>            | <b>96</b>  | <b>72</b>  |
| Лекции   | 0,17                   | 6          | 4,5        |
| Лабораторные работы                                | 2,5                    | 90         | 67,5       |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | 2,5                    | 90         | 67,5       |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,33</b>            | <b>84</b>  | <b>63</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       | 2,33                   | 83,8       | 62,85      |
| Контактная работа – промежуточная аттестация       |                        | 0,2        | 0,15       |
| <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      | Академ. часов                           |          |                |   |                |
|----------|--|------------|---|----------|----------------|---|----------------|
|          |  |            | <i>в т.ч. в<br/>форме<br/>пр. подг.</i> | Лекции   | Лаб.<br>работы | <i>в т.ч. в<br/>форме<br/>пр. подг.</i> | Сам.<br>работа |
| 1.       | <b>Раздел 1. Основы научных исследований в химии и технологии</b>                    | <b>10</b>  | <b>2</b>                                | <b>6</b> | <b>2</b>       | <b>2</b>                                | <b>2</b>       |
| 2.       | <b>Выполнение научно-исследовательской работы</b>                                    | <b>152</b> | <b>80</b>                               | <b>-</b> | <b>80</b>      | <b>80</b>                               | <b>72</b>      |
| 2.1      | Выполнение научных исследований  | 152        | 80                                      | -        | 80             | 80                                      | 72             |
| 3.       | <b>Раздел 2. Представление результатов научных исследований или научного проекта</b> | <b>18</b>  | <b>8</b>                                | <b>-</b> | <b>8</b>       | <b>8</b>                                | <b>10</b>      |
|          | <b>ИТОГО</b>   | <b>180</b> | <b>90</b>                               | <b>6</b> | <b>90</b>      | <b>90</b>                               | <b>84</b>      |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Выполнение научно-исследовательской работы или научно-технологического проекта.**

Составление программы/концепции исследования или проекта. Формулирование целей и задач исследования/проекта. Планирование и формирование структуры и общего содержания основных разделов научно-исследовательской работы или научно-технологического проекта. Составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования/проекта. Выполнение научных исследований или проектных заданий в соответствии с тематикой и планом работы. Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов. Анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования/проекта, формулировка выводов. Написание отчета по научно-исследовательской работе / научно-технологическому проекту.

### **Раздел 2. Представление результатов научных исследований или научного проекта.**

Подготовка научного доклада и презентации проведенной научно-исследовательской работы / научно-технологического проекта в соответствии с концепцией работы с применением современных информационных технологий.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №                      | В результате освоения дисциплины студент должен:   | Раздел 1  | Раздел 2 |   |
|------------------------|--|---|----------|---|
|                        | <b>Знать:</b>  |   |          |   |
| 1                      | – Порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химии и технологии биологически активных веществ; | +   | +        |   |
| 2                      | – Теоретические основы синтеза органических соединений с потенциальной или известной биологической активностью в рамках заданной научно-исследовательской тематики;                                  | +   | +        |   |
| 3                      | – Свойства и методы анализа химических соединений и материалов на их основе, необходимые для решения поставленных научно-исследовательских задач;  | +   | +        |   |
|                        | <b>Уметь:</b>  |   | +        |   |
| 4                      | – Осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;  | +   | +        |   |
| 5                      | – Осуществлять проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ данных в рамках заданной научно-исследовательской тематики;  | +   | +        |   |
| 6                      | – Применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных;  | +   | +        |   |
|                        | <b>Владеть:</b>  |   | +        |   |
| 7                      | – Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ;   | +   | +        |   |
| 8                      | – Способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки по организации научно-исследовательских работ;  | +   | +        |   |
| 9                      | – Навыками работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой по тематике исследования;  | +   | +        |   |
|                        | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>   |   |          |   |
| Код и наименование ОПК | Код и наименование индикатора достижения ОПК   |   |          |   |
| 10                     | ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники  | ОПК-5.1 Знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа, методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных | +        | + |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 11 | безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные | ОПК-5.2 Умеет выбирать методику анализа для поставленной задачи и выполнить экспериментально, применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента | + | + |
|----|--|---|---|---|

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Лабораторные занятия

#### Примерные темы лабораторных занятий по дисциплине

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий   | Часы |
|-------|----------------------|---|------|
| 1     | 1                    | Инструктаж по технике безопасности и охране труда в лаборатории; инструктаж по основным методам работы в лаборатории по тематике научного исследования; первичное ознакомление с приборной базой, необходимой для выполнения научных исследований по заданной тематике  | 2    |
| 2     | 2                    | еженедельные консультации по тематике научного исследования, включающие помочь в практическом освоении методов и приборов, необходимых для реализации задач НИР, обсуждение и согласование полученных промежуточных результатов НИР; обсуждения результатов и выводов от посещения профильных предприятий, выставок, семинаров и прочих научно-образовательных мероприятий по тематике научной работы | 80   |
| 3     | 3                    | консультационные занятия по подготовке и написанию отчета по научно-исследовательской работе; консультационные занятия по подготовке научного доклада и презентации   | 8    |

## 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 исследовательской работы;
- подготовку отчета по проведенной экспериментальной работе;
- подготовку литературного обзора по тематике исследовательской работы;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине в форме защиты отчета по исследовательской работе, включая подготовку доклада о результатах работы и презентацию доклада.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярную проработку и анализ материалов по тематике исследовательской работы.

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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение отчета по исследовательской работе (максимальная оценка 60 баллов), доклада о результатах исследовательской работы (максимальная оценка 20 баллов) и презентации доклада о результатах исследовательской работы (максимальная оценка 20 баллов).

### **8.1. Примерная тематика исследовательских работ.**

1. Синтез новых производных 1-окси-1-триазен-2-оксидов, содержащих N-сульфамоильные фрагменты;
2. Влияние молекулярной массы полимеров на формирование полиэлектролитных комплексов для инкапсулирования;
3. Синтез мостиковых тетраоксанов, трициклических монопероксидов и их модификация;
4. Влияние температуры на физико-химические свойства многослойных микрокапсул на основе биополимеров;
5. Изучение флавоноидов экстракта верблюжьей колючки *Alhagi Pseudalhagi* и определение их антиоксидантной активности;
6. Особенности получения концентратов сквалена из масла амаранта методом щелочного гидролиза;
7. Изучение фитоактивности производных арилмочевин (EDU)
8. Мембранотропная активность фитоактивных производных карбаматов и оксаматов;
9. Синтез и биологическая активность производных CN-палладацикла на основе N, N-диметил-1,1-дифенилметиламина;
10. Получение мицеллярных форм этопозида на основе гидрофобизированной флуоресцентно меченой гиалуроновой кислоты для адресной доставки в опухоли;
11. Моделирование взаимодействия производных 15,16-секо-эстрадиола с эстрогеновым рецептором ER $\alpha$  методами молекулярного докинга и молекулярной динамики;
12. Включение производных клозо-декабората в наночастицы на основе сополимера молочной и гликоловой кислот и гидрофобизированной гиалуроновой кислоты;
13. Синтез и изучение рострегуляторной активности производных 2-имидаэпидинона;
14. Клонирование рекомбинантного металл-связывающего белка и анализ его свойств;
15. Изучение ферментативного разделения стереоизомеров в ряду фтор- и фосфорорганических соединений;
16. Карбоциклические N-ацилзамещённые аминокислоты, как ингибиторы ионных каналов вирусов
17. Получение производных бексаротена
18. Физико-химическая характеристика взаимодействия Овальбумина с олигохитозаном различной степени ацетилирования.

## **8.2. Примеры вопросов для текущего контроля освоения практики**

Контрольные работы проводятся в форме устного опроса по теме научно-исследовательской работы. Максимальная оценка за каждую работу – 20 баллов.

### **Контрольная работа №1**

Максимальная оценка – 20 баллов

- Представление программы научного исследования.
- Основные достижения науки и производства по теме исследования.
- Актуальность выполняемой работы.
- Обоснование выбора и характеристика применяемых методов исследования.
- Предполагаемые научные и практические результаты выполняемого исследования.

### **Контрольная работа №2**

Максимальная оценка – 20 баллов

- Контроль выполнения программы научно-исследовательской работы.
- Анализ аналитического обзора по теме исследования.
- Необходимость корректировки темы и методов выполняемого исследования.
- Анализ полученных научных результатов.
- Графическое представление результатов эксперимента.

### **Контрольная работа №3**

Максимальная оценка – 20 баллов

- Соответствие содержания отчета программе исследования.
- Качество оформления отчета.
- Содержание презентации научно-исследовательской работы.

## **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины.**

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

Итоговый контроль освоения «Основы научных исследований» включает представление отчета по научно-исследовательской работе, устный доклад, презентацию результатов научного исследования и ответы на вопросы по теме работы. Максимальная оценка на зачете – 40 баллов.

Перечень теоретических вопросов для зачета с оценкой:

1. Общие правила работы с биологически активными веществами различных классов;
2. Правила хранения, переливания, перенесения и взвешивания реагентов и растворителей;
3. Меры предосторожности и первая помощь при несчастных случаях при работе с различными группами органических веществ;
4. Основная лабораторная химическая посуда, правила обращения со стеклянной лабораторной посудой, мытье и сушка различных видов химической посуды;
5. Правила сборки и особенности лабораторных приборов для проведения синтезов в инертной атмосфере;
6. Основные принципы, правила и рекомендации по ведению лабораторных журналов;
7. Основные способы разделения смесей органических соединений: перегонка, перекристаллизация, экстракция, хроматография и другие.
8. Основные принципы планирования экспериментов по синтезу потенциальных биологически активных веществ;
9. Актуальность тематики индивидуального задания.
10. Потенциальные направления практического использования продуктов, полученных

- в ходе лабораторных работ.
- Обоснование выбора синтетической схемы, использованной в работе для получения целевых структур, возможные пути и направления ее оптимизации.
  - Физические константы органических веществ: температура плавления, плотность, показатель преломления.
  - Обоснование выбора физико-химических методов, использованных в работе для доказательства структуры полученных соединений.

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

#### **8.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой**

На зачет с оценкой по практике обучающийся представляет отчет по научно-исследовательской работе, презентацию доклада и устный доклад о результатах научного исследования. Качество выполнения отчета оценивается максимально на 10 баллов, качество устного доклада оценивается максимально на 10 баллов, качество подготовленных к докладу презентационных материалов оценивается максимально на 10 баллов. Кроме того, зачет с оценкой включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 5 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой:

|  |  |
|--|--|
| <p>«Утверждаю»<br/> <p>Зав. каф. ХТБМП</p> <hr/> <p>М.С. Ощепков</p> <p>«__» ____ 20__ г.</p> </p> | <p><b>Министерство науки и высшего образования РФ</b></p> <p><b>Российский химико-технологический</b></p> <p><b>университет имени Д.И. Менделеева</b></p> <p><b>Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов</b></p> <p><b>18.03.01 Химическая технология, профиль – «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»</b></p> <p><b>«Основы научных исследований»</b></p> |
|  | <b>Билет № 1</b>   |
|  | 1. Актуальность тематики индивидуального задания.  |
|  | 2. Обоснование выбора физико-химических методов, использованных в работе для доказательства структуры полученных соединений  |
|  |  |

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

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

##### **А. Основная литература**

- Коваленко Л.В., Попков С.В. Психоактивные соединения. Химия и биологическая активность: Учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2012. - 124 с.

2. Коваленко Л.В., Ощепков М.С., Соловьева И.Н. Химия и биологическая активность фосфорорганических соединений: Учеб. пособие - М.: Издательство РХТУ, 2015. - 156 с. 30
3. Кочетков К.А., Калистратова А.В. Региоселективный синтез биологически активных веществ: учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017. - 123 с.
4. Попков С.В., Кузенков А.В., Бурдейный М.Л., Захарычев В.В., Дашкин Р.Р., Шарипов М.Ю., Ярёменко И.А. Получение синтетических биологически активных веществ и промежуточных продуктов: учебн. пособие Лабораторный практикум. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. – 144 с.
5. Методические рекомендации по выполнению и оформлению отчетов по всем видам практик и выпускных квалификационных работ кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов: учебно-метод. пособие / сост. А. Г. Поливанова, С. В. Ткаченко, А. В. Калистратова, И. Н. Соловьева, М. С. Ощепков. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2023. – 184 с.
6. Травень В. Ф. Органическая химия: учебник для вузов, в 3 т. / В. Ф. Травень. - Москва: БИНОМ Лаборатория знаний, 2004. – 517 с. (Базовый учебник).

## **Б. Дополнительная литература**

1. Кукушкина В.В. Организация научно-исследовательской работы студентов (бакалавров): Учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 265с.
2. Герасимов Б.И., Дробышева В.В., Злобина Н.В. и др. Основы научных исследований: Учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. 202 с.
3. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: Учеб. пособие - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
4. Эллиот, В. Биохимия и молекулярная биология [Текст] : пер. с англ. : Учеб. пособие для студ. мед. и фармацевт. спец. мед. вузов / В. Эллиот, Д. Эллиот. - М. : МАИК "Наука/Интерпериодика", 2002.
5. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. / Н.Н. Мельников // М.: Химия, 1987. (Базовый учебник).
6. Граник В.Г. "Основы медицинской химии", Вузовская книга, 2001. (Базовый учебник).

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

Научно-технические журналы:

- «Журнал Органической химии», ISSN: 0514-7492
- «Журнал Общей химии», ISSN: 0044-460X
- «Известия РАН, серия химическая», ISSN: 0002-3353
- «Успехи химии», ISSN: 0042-1308
- «Кристаллография», ISSN: 0023-4761

- «Химическая промышленность сегодня», ISSN: 0023-110X
- «Tetrahedron», ISSN: 0040-4020
- «Tetrahedron Letters», ISSN: 0040-4039
- «Tetrahedron: Asymmetry», ISSN: 0957-4166
- «Journal of Crystal Growth», ISSN: 0022-0248
- «Mendeleev Communication», ISSN: 0959-9436
- «Chirality», ISSN: 0899-0042
- «Stereochemistry», ISSN: 1024-2430
- «Journal of Organic Chemistry», ISSN: 0022-3263
- «Journal of the American Chemistry Society», ISSN: 0002-7863
- «European Journal of Organic Chemistry», ISSN: 1099-0690

## **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 «Основы научных исследований» проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

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

Химическая лаборатория, оснащенная вытяжными шкафами, лабораторными столами, техническими весами (до 3-го знака), роторно-пленочными испарителями, магнитными мешалками с подогревом, водоструйными насосами, сушильным шкафом, расходными материалами (лабораторная посуда, реагенты, растворители).

Лаборатория для проведения лабораторных работ, оборудованная, лабораторной мебелью, лабораторной посудой и следующим оборудованием: весы аналитические; спектрофотометр (УФ и видимая области спектра), CINTRA 101; фотоэлектроколориметр, КФК-3-0,1, Россия, ЗОЗМ; жидкостные хроматографы микроколоночные с управляющими ноутбуками («МИЛИХРОМ А-02 – 2 шт., «АЛЬФАХРОМ» - 1 шт.) (ЗАО «Институт хроматографии», г. Новосибирск); система капиллярного электрофореза «Капель-105М», Россия, Люмэкс; pH-метр, укомплектованный комбинированным стеклянным электродом, РСЕ-228; кондуктометр, Эконикс-Эксперт 002, «Эконикс-эксперт»; настольная миницентрифуга, Eppendorf.

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

Наглядный иллюстративный материал по оформлению и представлению различных видов информации в отчетах по экспериментальной исследовательской работе, образцы биологически активных веществ, эталонные спектры чистых соединений.

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

Персональные компьютеры в аудитории для самостоятельной подготовки обучающихся, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

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

| № п/п | Наименование программного продукта   | Реквизиты договора поставки            | Примечание   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|--|--|--|--|
| 1.    | Micosoft Office Standard 2013  | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | бессрочная   |
| 2.    | Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.    | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.   | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |

|    |                       |                                       |   |            |
|----|-----------------------|---------------------------------------|---|------------|
| 4. | «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. Выполнение и представление результатов научных исследований</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химии и технологии биологически активных веществ;</li> <li>– Теоретические основы синтеза органических соединений с потенциальной или известной биологической активностью в рамках заданной научно-исследовательской тематики;</li> <li>– Свойства и методы анализа химических соединений и материалов на их основе, необходимые для решения поставленных научно-исследовательских задач;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;</li> <li>– Осуществлять проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ данных в рамках заданной научно-исследовательской тематики;</li> <li>– Применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ;</li> <li>– Способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки по организации</li> </ul> | Оценка за отчет о научно-исследовательской работе |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>научно-исследовательских работ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыками работы с отечественной и зарубежной научно-технической литературой по тематике исследования.</li> </ul>   |  |
| <b>Раздел 2. Представление результатов научных исследований или научного проекта</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в области химии и технологии биологически активных веществ;</li> <li>– Теоретические основы синтеза органических соединений с потенциальной или известной биологической активностью в рамках заданной научно-исследовательской тематики;</li> <li>– Свойства и методы анализа химических соединений и материалов на их основе, необходимые для решения поставленных научно-исследовательских задач;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;</li> <li>– Осуществлять проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ данных в рамках заданной научно-исследовательской тематики;</li> <li>– Применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыками экспериментальной работы в области синтеза биологически активных веществ;</li> <li>– Способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки по организации научно-исследовательских работ;</li> <li>– Навыками работы с отечественной и зарубежной научно-технической</li> </ul> | <p>Оценка за доклад о результатах научно-исследовательской работы</p> <p>Оценка за презентацию результатов научно-исследовательской работы</p> |

|  |               |    |          |  |
|--|---------------|----|----------|--|
|  | литературой   | по | тематике |  |
|  | исследования. |    |          |  |

### **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  
«Основы научных исследований в химии биологически активных веществ»**

**основной образовательной программы  
по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология,  
профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов  
и косметических средств»**

**Форма обучения: очная**

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Основы проектирования производств тонкого органического синтеза»**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология**

**Профиль «Технология органических веществ, химико-  
фармацевтических препаратов и косметических средств»**

**Квалификация «бакалавр»**

**Москва 2025**

Программа составлена на кафедре Химии и технологии биомедицинских препаратов.  
Автор программы: к.х.н., доц. Ощепков М.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии и технологии  
биомедицинских препаратов «13» мая 2025 г., протокол №8.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии биомедицинских препаратов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы проектирования производств тонкого органического синтеза» относится к общим дисциплинам части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области инженерной графики, прикладной механики, процессов и аппаратов химической технологии.

**Цель дисциплины** – формирование у студентов систематизированных знаний об особенностях и этапах проектирования производств тонкого органического синтеза, повышение профессиональных компетенций в области технологии биологически активных веществ.

### Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области проектирования производств тонкого органического синтеза для получения БАВ;
- формирование навыков проведения расчетов технологических установок производства БАВ, необходимых для самостоятельного решения прикладных задач профессиональной деятельности.

Дисциплина «Основы проектирования производств тонкого органического синтеза» преподается в 8-м 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>  |   |   |  |  |
| 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 реализовывать процессы в технологии синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-4.1 Знает особенности лабораторного и технологического оборудования для синтеза и производства биологически активных веществ и готовых продуктов на их основе<br><br>ПК-4.2 Умеет подбирать и оптимизировать параметры синтетических и технологических процессов получения биологически активных веществ и готовых продуктов на их основе<br><br>ПК-4.3 Владеет основами проектирования технологических процессов производства биологически активных веществ и готовых продуктов на их основе | 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. Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция А. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы. А/02.5. Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. (уровень квалификации – 5). |

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

*Знать:*

- Отличительные особенности химических производств тонкого органического синтеза с точки зрения экономики, экологии, охраны труда, конъюнктуры рынка и требований к характеристике выпускемого продукта;
- Этапы проектирования химических производств тонкого органического синтеза и их содержание;
- Устройство и принцип работы основного технологического оборудования, применяемого в технологии тонкого синтеза, в частности при производстве биологически-активных веществ, как на стадиях подготовки сырья и очистки конечного продукта, так и на стадии химических превращений;
- критерии и методы оптимизации химико-технологического процесса.

*Уметь:*

- Анализировать альтернативные схемы получения биологически-активных веществ и выбирать оптимальную схему превращений с точки зрения экономики и экологии;
- Проектировать технологическую схему производства биологически-активных веществ исходя из химизма протекающего процесса;
- Решать задачи по оптимизации работы технологических модулей.

*Владеть:*

- методами подбора и расчета основного технологическое оборудование для производства биологически-активных веществ;
- методами и подходами к оптимизации работы технологических модулей в производстве биологически-активных веществ.

### 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>0,89</b>      | <b>32</b>  | <b>24</b> |
| Лекции   | 0,89             | 32         | 24        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,11</b>      | <b>40</b>  | <b>30</b> |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   | 1,11             | 40         | 30        |
| <b>Вид контроля:</b>                           |                  |            |           |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1                | 0,3        | 0,225     |
| Подготовка к экзамену.                         |                  | 35,7       | 26,775    |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>экзамен</b>   |            |           |

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

| №<br>п/п       | Раздел дисциплины   | Академически часов |           |             |
|----------------|---|--------------------|-----------|-------------|
|                |   | Всего              | Лекции    | Сам. работа |
| <b>1.</b>      | <b>Раздел 1. Химико-технологические основы производств тонкого органического синтеза и их особенности.</b>  | <b>22</b>          | <b>12</b> | <b>10</b>   |
| 1.1            | Введение. Предмет и методы дисциплины, общая характеристика химического производства БАВ  | 7                  | 4         | 3           |
| 1.2            | Химическая схема синтеза как основа разработки технологии БАВ, технологический регламент химико-технологического производства.  | 7                  | 4         | 3           |
| 1.3            | Технологическая схема производства, ее разработка. Гибкость как необходимая характеристика малотоннажного химического производства.   | 8                  | 4         | 4           |
| <b>2.</b>      | <b>Раздел 2. Основные расчеты, чертежи и выбор оборудования, выполняемые при проектировании производства тонкого органического синтеза.</b>   | <b>32</b>          | <b>12</b> | <b>20</b>   |
| 2.1            | Основные требования к чертежам технологических схем, принципы выбора метода производства.   | 11                 | 4         | 7           |
| 2.2            | Основные расчеты, выполняемые при проектировании, предпроектирование.   | 11                 | 4         | 7           |
| 2.3            | Основные параметры, влияющие на компоновку основного и вспомогательного оборудования, схема его расположения.   | 10                 | 4         | 6           |
| <b>3.</b>      | <b>Раздел 3. Экологические особенности производств тонкого органического синтеза, процессы удаления, улавливания, утилизации отходов и подходы к проектированию этих процессов.</b> | <b>18</b>          | <b>8</b>  | <b>10</b>   |
| 3.1            | Особенности и правила транспортировки, хранения и дозирования опасных веществ   | 7                  | 3         | 4           |
| 3.2            | Удаление, улавливание и утилизация отходов производства органического синтеза   | 6                  | 3         | 3           |
| 3.3            | Очистка сточных вод   | 5                  | 2         | 3           |
| <b>ИТОГО</b>   |   | <b>72</b>          | <b>32</b> | <b>40</b>   |
| <b>Экзамен</b> |   | <b>36</b>          | -         | -           |
| <b>ИТОГО</b>   |   | <b>108</b>         | -         | -           |

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Химико-технологические основы производств тонкого органического синтеза и их особенности.**

1.1. Введение. Предмет и методы дисциплины. Место производств БАВ в химической промышленности. Задачи и место курса в подготовке бакалавров.

1.2. Общая характеристика химического производства БАВ. Место производств БАВ в химической промышленности. Общая характеристика химико-фармацевтического производства (ХФП). Технологические особенности производств. Экологическая характеристика ХФП. Экономические показатели эффективности производства.

1.3. Химическая схема синтеза как основа разработки технологии БАВ. Основные подходы к планированию синтеза. Факторы, определяющие выбор предпочтительной схемы синтеза, в том числе технологические, экономические, экологические.

1.4. Технологический регламент химико-технологического производства. Виды и основные разделы технологических регламентов. Технологическая схема производства. Способы организации производства. Факторы, обуславливающие выбор технологии производства.

1.5. Разработка принципиальной технологической схемы. Правила составления и основные требования к технологическим схемам. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Систем автоматизированного проектирования (САПР).

1.6. Гибкость (перестраиваемость) как необходимая характеристика малотоннажного химического производства. Основные принципы функционирования. Степень подобия химико-технологических стадий. Особенности оборудования и управления совмещенных ХТС. Достоинства и недостатки.

### **Раздел 2. Основные расчеты, чертежи и выбор оборудования, выполняемые при проектировании производства тонкого органического синтеза.**

2.1. Основные требования к чертежам технологических схем. Условные обозначения оборудования на технологических схемах. Условные обозначения КИП. Типовое оснащение химического реактора в синтезе БАВ.

2.2. Принципы выбора метода производства. Системный подход при создании безотходных производств. Технико-экономические показатели эффективности химико-технологических процессов.

2.3. Основные расчеты, выполняемые при проектировании. Материальный баланс. Технологический расчет оборудования. Примеры расчетов.

2.4. Основные расчеты, выполняемые при проектировании. Тепловой расчет оборудования. Формула Караша. Примеры расчетов.

2.5. Предпроектирование. Выбор площадки строительства. Авторский надзор. Проект. Ситуационный и генеральный план химико-технологического производства.

2.6. Основные задачи конструкционного или монтажно-технического проектирования. Класс чистоты помещения. основные подходы к созданию чистых помещений. Факторы, влияющие на компоновку оборудования.

2.7. Основные правила и требования, предъявляемые к компоновке оборудования. Схема расположения технологического оборудования (компоновочный чертеж).

2.8. Вспомогательное оборудование. Выбор способов перемещения жидкофазных смесей. Выбор типа перемешивающего устройства. Важные для производств БАВ способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре.

### **Раздел 3. Экологические особенности производств тонкого органического синтеза, процессы удаления, улавливания, утилизации отходов и подходы к проектированию этих процессов.**

3.1. Особенности и правила транспортировки опасных веществ. Схема приема, хранения и дозировки застывающей жидкости. Особенности транспортировки и

дозирования сжиженных газов. Схема приема, хранения и дозировки легковоспламеняющейся жидкости. Разгрузка, хранение и подача твердого сырья в аппараты.

3.2. Удаление, улавливание и утилизация отходов производства органического синтеза. Принципиальная схема переработки и использования отходов. Улавливание и обезвреживание отходящих газов. Механическая очистка стоков.

3.3. Очистка сточных вод регенерационными методами. Схема установки для азеотропной отгонки летучих органических веществ из сточных вод. Деструктивные методы обезвреживания сточных вод. Биологическая очистка сточных вод.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| №  | В результате освоения дисциплины студент должен:  | Раздел 1   | Раздел 2 | Раздел 3 |
|----|---|--|----------|----------|
|    | <b>Знать:</b>   |  |          |          |
| 1  | – Отличительные особенности химических производств тонкого органического синтеза с точки зрения экономики, экологии, охраны труда, конъюнктуры рынка и требований к характеристике выпускаемого продукта;   | +  | +        | +        |
| 2  | – Этапы проектирования химических производств тонкого органического синтеза и их содержание;  | +  | +        | +        |
| 3  | – Устройство и принцип работы основного технологического оборудования, применяемого в технологии тонкого синтеза, в частности при производстве биологически-активных веществ, как на стадиях подготовки сырья и очистки конечного продукта, так и на стадии химических превращений; | +  | +        | +        |
| 4  | – критерии и методы оптимизации химико-технологического процесса.   | +  | +        | +        |
|    | <b>Уметь:</b>   |  |          |          |
| 5  | – Анализировать альтернативные схемы получения биологически-активных веществ и выбирать оптимальную схему превращений с точки зрения экономики и экологии;  | +  | +        | +        |
| 6  | – Проектировать технологическую схему производства биологически-активных веществ исходя из химизма протекающего процесса;   | +  | +        | +        |
| 7  | – Решать задачи по оптимизации работы технологических модулей.  | +  | +        | +        |
|    | <b>Владеть:</b>   |  |          |          |
| 8  | – методами подбора и расчета основного технологическое оборудование для производства биологически-активных веществ;   | +  | +        | +        |
| 9  | – методами и подходами к оптимизации работы технологических модулей в производстве биологически-активных веществ.   | +  | +        | +        |
| 10 | В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>  |  |          |          |
|    | <b>Код и наименование ПК</b>  | <b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b> |          |          |
| 10 |   |  | +        | +        |

|    |   |  |   |   |   |
|----|---|--|---|---|---|
|    |   | ПК-4.1 Знает особенности лабораторного и технологического оборудования для синтеза и производства биологически активных веществ и готовых продуктов на их основе     | + | + | + |
| 11 | ПК-4 Способен реализовывать процессы в технологии синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств | ПК-4.2 Умеет подбирать и оптимизировать параметры синтетических и технологических процессов получения биологически активных веществ и готовых продуктов на их основе | + | + | + |
|    |   | ПК-4.3 Владеет основами проектирования технологических процессов производства биологически активных веществ и готовых продуктов на их основе                         | + | + | + |

## **6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

Практические и 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 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 30 баллов), расчетной самостоятельной работы (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической (расчетной) работы.**

Контроль освоения материала дисциплины по третьему разделу осуществляется посредством защиты реферативно-аналитической (расчетной) работы. Максимальная оценка за защиту составляет 30 баллов: качество и правильность выполнения отчета по реферативно-аналитической (расчетной) работы оценивается максимально в 20 баллов; 10 баллов отводится на оценку знаний материала, продемонстрированное при ответах на вопросы по теме расчетной работы.

Расчетная работа по курсу выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка расчетной работы – 30 баллов.

Тематика расчетной работы: «Принципы проектирования реакционных узлов в технологии биологически активных веществ». Содержание расчетной работы: для заданного способа производства биологически активного вещества или его полупродукта предложить и обосновать принципиальную технологическую схему и рассчитать материальные и тепловые потоки для конкретного реакторного узла. Произвести экономические и экологическое обоснование выбранной схемы производства.

В работе предусмотрены следующие разделы:

1. Выбор и обоснование схемы синтеза биологически активного вещества.
2. Подготовка чертежа технологической схемы выбранной стадии.
3. Расчет материального и теплового баланса выбранной стадии производительностью ХХ т/год.

Экономическое и экологическое обоснование выбранной схемы производства.

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

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по 1 и 2 разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 1 и 2 составляет 15 баллов за каждую.

**Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

### **Вопрос 1.1.**

1. Особенности тонкого органического синтеза. Продукты.
2. Перечислите факторы, определяющие технологичность процесса
3. Совмещенные ХТС. Достоинства и недостатки.

### **Вопрос 1.2.**

1. Основные подходы к планированию синтеза.
2. Какие факторы влияют на выбор площадки строительства объекта?
3. Перечислите факторы, определяющие технологичность процесса. Что является основой для разработки эскизной схемы.

### **Вопрос 1.3.**

1. Что является основой для разработки принципиальной технологической схемы?
2. Классификация химических процессов. Способы организации производства.
3. Критерии экономической эффективности производства. Особенности экономики производства БАВ.

**Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.**

### **Вопрос 2.1.**

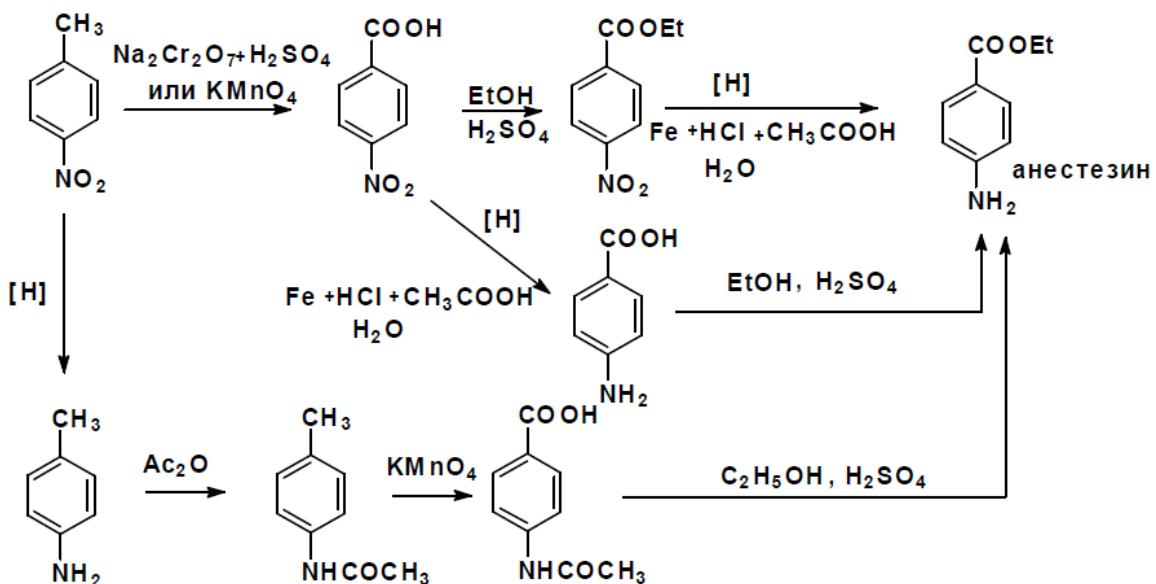
1. Перечислите основные группы отходов, образующихся на предприятиях химического синтеза и факторы, определяющие метод их переработки.
2. Основные подходы к выбору способов перемещения жидкофазных смесей.
3. Вычислите теплоту образования  $\beta$ -нафтола.

### **Вопрос 2.2.**

1. Что такое тепловой баланс? Назначение и метод расчета для периодических процессов.
2. Вычислите теплоту образования *m*-дибромбензола.
3. Конструктивные особенности аппаратов для перемешивания. Выбор перемешивающего устройства.

### **Вопрос 2.3.**

1. Вычислите теплоту сгорания *o*-нитротолуола.
2. Выберите из представленных ниже схему синтеза, наиболее предпочтительную для производства анестезина. Приведите экономическое и экологическое обоснование выбранной схемы производства.

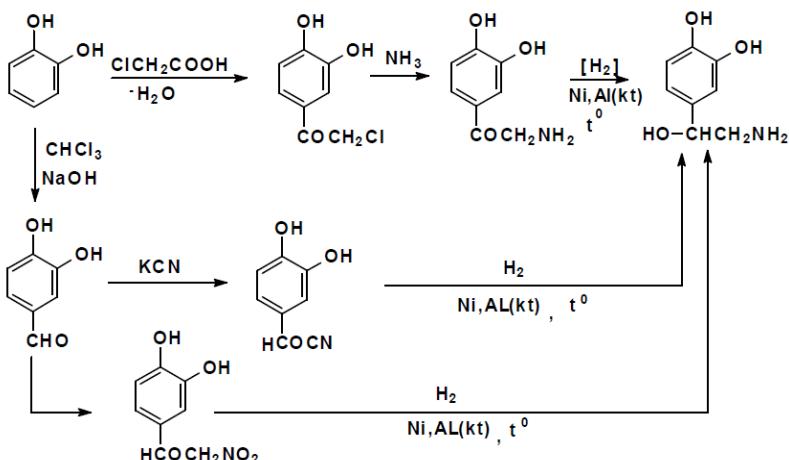


3. Что такое материальный баланс? Способы расчета периодических процессов.

### 8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (8 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем трем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса, которые оцениваются по 10 баллов за каждый вопрос.

1. Выберите из представленных ниже схему синтеза, наиболее предпочтительную для производства основания норадреналина. Приведите экономическое и экологическое обоснование выбранной схемы производства.



2. Перечислите основные группы отходов, образующихся на предприятиях химического синтеза и факторы, определяющие метод их переработки.

3. Вычислите теплоту образования анилина.
4. Конструктивные особенности аппаратов для перемешивания. Выбор перемешивающего устройства.
5. Что такое тепловой баланс? Назначение и метод расчета для периодических процессов.
6. Основные подходы к планированию синтеза.
7. Какие факторы влияют на выбор площадки строительства объекта?
8. Перечислите факторы, определяющие технологичность процесса. Что является основой для разработки эскизной схемы.

9. Перечислите факторы, определяющие технологичность процесса.

#### 8.4. Структура и примеры билетов для экзамена.

Экзамен по дисциплине «Основы проектирования производств тонкого органического синтеза» проводится в 8 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

|   |  |
|---|--|
| «Утверждаю»<br>Зав. каф. ХТБМП<br><br>_____ М.С. Ощепков<br><br>«__» 20 __ г. | <p><i>Министерство науки и высшего образования РФ</i><br/><i>Российский химико-технологический университет</i><br/><i>имени Д.И. Менделеева</i><br/><b>Кафедра химии и технологии биомедицинских препаратов</b><br/><b>18.03.01 Химическая технология</b><br/><b>Профиль – «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»</b><br/><b>«Основы проектирования производств тонкого органического синтеза»</b></p> <p><b>Билет № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>Критерии экономической эффективности производства. Особенности экономики производства БАВ.</li><li>Выберите из представленных ниже схему синтеза, наиболее предпочтительную для производства новокаина. Приведите экономическое и экологическое обоснование выбранной схемы производства.</li></ol> <p><b>Схема синтеза новокаина:</b></p> <p>3. Гибкие ХТС. Степень подобия химико-технологических стадий.</p> <p>4. Что изображают на генеральном плане предприятия?</p> |
|---|--|

#### 9.1. Рекомендуемая литература

##### A. Основная литература

- Ощепков М.С., Кочетков К. А., Ощепкова М.В. Основы проектирования производств биологически активных веществ: учеб. пособие – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017. – 152 с.
- Н.Н. Мельников Пестициды. Химия, технология, применение. - М.: Химия, 1987. – С. 165 – 166. (Базовый учебник).
- Химия и технология ароматических соединений: учебн. пособие / В.Н. Лисицын. –М.: ДeЛи плюс, 2014. –391 с.
- Перевалов В.П., Кодобский Г.И. Основы проектирования и оборудования производств тонкого органического синтеза. М.: Химия, 1997. 288 с. (Базовый учебник).

5. Методические рекомендации по выполнению и оформлению отчетов по всем видам практик и выпускных квалификационных работ кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов: учебно-метод. пособие / сост. А. Г. Поливанова, С. В. Ткаченко, А. В. Калистратова, И. Н. Соловьева, М. С. Ощепков. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2023. – 184 с.

## **Б. Дополнительная литература**

1. Мокрушин В.С., Вавилов Г.А. Основы химии и технологии биоорганических и синтетических лекарственных веществ. Екатеринбург, ВПО Уральский ГТУ-УПИ, 2004. – 357с.
2. Дворецкий С.И., Кормильцин Г.С., Калинин В.Ф. Основы проектирования химических производств: Учеб. пособие. М.: Издательство "Машиностроение-1". 2005. 280 с.
3. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. М.: Химия, 1991. 496 с.
4. Пассет Б.В. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. 376 с.
5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. М.-Л.: Химия, 1987. 636 с.

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

- Журнал «Успехи химии» ISSN: 0042-1308
- Журнал «Химическая Промышленность сегодня» ISSN: 0023-110X
- Журнал «Chemical & Engineering News» ISSN: 0009-2347
- Журнал «Journal of Pharmacy and Pharmacology» ISSN: 2042-7158

## **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 «Основы проектирования производств тонкого органического синтеза» 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 компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

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

Иллюстрации к разделам лекционного курса и практическим занятиям; графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

### **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.

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

| № п/п | Наименование программного продукта  | Реквизиты договора поставки            | Примечание   | Срок окончания действия лицензии   |
|-------|---|--|--|--|
| 1.    | Micosoft Office Standard 2013   | Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | бессрочная   |
| 2.    | Microsoft Office Professional Plus 2019<br>В составе: Word, Excel, Power Point, Outlook, OneNote, Access, Publisher, InfoPath | Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020  | Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.   | 12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта) |
| 3.    | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.  | Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021 | Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО) | 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                                |
|--|---|---|
| <b>Раздел 1. Химико-технологические основы производств тонкого органического синтеза и их особенности.</b> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Отличительные особенности химических производств тонкого органического синтеза с точки зрения экономики, экологии, охраны труда, конъюнктуры рынка и требований к характеристике выпускаемого продукта;</li> <li>– Этапы проектирования химических производств тонкого органического синтеза и их содержание;</li> <li>– Устройство и принцип работы основного технологического оборудования, применяемого в технологии тонкого синтеза, в частности при производстве биологически-активных веществ, как на стадиях подготовки сырья и очистки конечного продукта, так и на стадии химических превращений;</li> <li>– критерии и методы оптимизации химико-технологического процесса.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать альтернативные схемы получения биологически-активных веществ и выбирать оптимальную схему превращений с точки зрения экономики и экологии;</li> <li>– Проектировать технологическую схему производства биологически-активных веществ исходя из химизма протекающего процесса;</li> <li>– Решать задачи по оптимизации работы технологических модулей.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами подбора и расчета основного технологическое оборудование для производства биологически-активных веществ;</li> <li>– методами и подходами к оптимизации работы технологических модулей в производстве биологически-активных веществ.</li> </ul> | <p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за экзамен</p> |
| <b>Раздел 2. Основные расчеты, чертежи и выбор</b>   | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Отличительные особенности</li> </ul>  | Оценка за   |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>оборудования, выполняемые при проектировании производства тонкого органического синтеза.</b></p>   | <p>химических производств тонкого органического синтеза с точки зрения экономики, экологии, охраны труда, конъюнктуры рынка и требований к характеристике выпускаемого продукта;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Этапы проектирования химических производств тонкого органического синтеза и их содержание;</li> <li>– Устройство и принцип работы основного технологического оборудования, применяемого в технологии тонкого синтеза, в частности при производстве биологически-активных веществ, как на стадиях подготовки сырья и очистки конечного продукта, так и на стадии химических превращений;</li> <li>– критерии и методы оптимизации химико-технологического процесса.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать альтернативные схемы получения биологически-активных веществ и выбирать оптимальную схему превращений с точки зрения экономики и экологии;</li> <li>– Проектировать технологическую схему производства биологически-активных веществ исходя из химизма протекающего процесса;</li> <li>– Решать задачи по оптимизации работы технологических модулей.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами подбора и расчета основного технологическое оборудование для производства биологически-активных веществ;</li> <li>– методами и подходами к оптимизации работы технологических модулей в производстве биологически-активных веществ.</li> </ul> | <p>контрольную работу №2</p> <p>Оценка за экзамен</p>      |
| <p><b>Раздел 3. Экологические особенности производств тонкого органического синтеза, процессы удаления, улавливания, утилизации отходов и подходы к проектированию этих процессов.</b></p> | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Отличительные особенности химических производств тонкого органического синтеза с точки зрения экономики, экологии, охраны труда, конъюнктуры рынка и требований к характеристике выпускаемого продукта;</li> <li>– Этапы проектирования химических</li> </ul>  | <p>Оценка за расчетную работу</p> <p>Оценка за экзамен</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>производств тонкого органического синтеза и их содержание;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Устройство и принцип работы основного технологического оборудования, применяемого в технологии тонкого синтеза, в частности при производстве биологически-активных веществ, как на стадиях подготовки сырья и очистки конечного продукта, так и на стадии химических превращений;</li> <li>– критерии и методы оптимизации химико-технологического процесса.</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать альтернативные схемы получения биологически-активных веществ и выбирать оптимальную схему превращений с точки зрения экономики и экологии;</li> <li>– Проектировать технологическую схему производства биологически-активных веществ исходя из химизма протекающего процесса;</li> <li>– Решать задачи по оптимизации работы технологических модулей.</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами подбора и расчета основного технологическое оборудование для производства биологически-активных веществ;</li> <li>– методами и подходами к оптимизации работы технологических модулей в производствах биологически-активных веществ.</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**  
**«Основы проектирования производств тонкого органического синтеза»**  
**основной образовательной программы**  
**по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология,**  
**профиль «Технология органических веществ, химико-фармацевтических препаратов**  
**и косметических средств»**

**Форма обучения: очная**

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

