

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
РХТУ им. Д.И. Менделеева
протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Техника глубокого вакуума»**

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

**«Технологические машины и оборудование производства
высокотемпературных функциональных материалов»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

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

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

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Техника высоких температур» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана. Дисциплина «Техника глубокого вакуума» помогает студенту в освоении дисциплин основной образовательной программы в части применения полученных знаний, умений и навыков в производственной и научно-исследовательской деятельности.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний о принципах работы, проектировании и условиях эксплуатации техники глубокого вакуума, применяемой при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), а также о методах измерения и контроля вакуума.

Задачи дисциплины – дать обучающимся знания о принципах выбора техники глубокого вакуума, применяемой для производства ВФМ, приемах измерения и контроля уровня вакуума в агрегатах силикатной промышленности, оценке технического состояния оборудования и проведении мероприятий по предупреждению различных неисправностей. Дисциплина 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 профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание
Типы задач профессиональной деятельности – проектно-конструкторский, производственно-технологический				
Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов и агрегатов в области химической технологии и технологии материалов, в том числе с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p>Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов</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>	ПК-1. Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p>ПК-1.1. Знает принципы и порядок расчета деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности, и основные программные средства для их выполнения</p> <p>ПК-1.2. Умеет проектировать типовую технологическую оснастку с использованием прикладных программных средств</p> <p>ПК-1.3. Владеет методиками автоматизированного проектирования деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в прикладных программных средствах</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.</p> <p>ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от</p>

		<p>ПК-2. Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>	<p>ПК-2.1. Знает принципы и порядок разработки технической документации в соответствии с техническими требованиями к продукции и условиями реализации технологического процесса при нормальных условиях эксплуатации</p> <p>ПК-2.2. Умеет составлять техническое задание на экспертизу технической документации, готовить пояснительную записку (сведения) об объекте экспертизы</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками разработки экспертного заключения в соответствии с актуальными нормативными документами</p>	<p>03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция А Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 6, трудовая функция А/02.6 Разработка интегрированной информационной модели типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты</p>
--	--	---	--	--

		<p>ПК-3. Способен выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин</p>	<p>ПК-3.1. Знает основные виды управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки и программное обеспечение к ним</p> <p>ПК-3.2. Умеет проектировать режимы термической и химико-термической обработки с учетом требований энерго- и ресурсоэффективности</p> <p>ПК-3.3. Владеет методиками реализации разработанных режимов термической и химико-термической обработки в программах для управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки</p>	<p>Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). Обобщенная трудовая функция А Внедрение несложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 5, трудовая функция А/01.5 Сбор и обобщение информации о новых оборудовании и технологиях в термическом производстве</p> <p>ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской</p>
--	--	---	---	---

		<p>ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них</p>	<p>ПК-4.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ</p> <p>ПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</p> <p>ПК-4.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по</p>	<p>Федерации от 03.09.2018 № 573н). Обобщенная трудовая функция Г Проведение научно-экспериментальных исследований по отработке специализированных параметров неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, технологии их применения; уровень квалификации 6, трудовая функция Г/05.6 Инженерное сопровождение при проведении входного контроля неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, подготовки сборочных узлов, контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении серийных деталей и сборочных узлов и в рамках опытно-конструкторских работ</p>
--	--	---	---	--

			результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ	
--	--	--	---	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- основные понятия и законы, относящиеся к вакуумной технике;
- материалы, применяемые для производства вакуумной техники и особенности их эксплуатации;
- классификацию насосов, критерии выбора насосов и методики расчета их мощности;
- основные виды приборов и методики для измерения давлений;
- общие требования к вакуумным системам, методы их конструирования;
- требования к степени герметичности вакуумных систем;
- способы оценки технического состояния вакуумных систем и мероприятия по предупреждению различных неисправностей.

Уметь:

- применять теоретические знания о вакууме и законах, применяемых в вакуумной технике;
- применять теоретические знания о материалах, применяемых для производства вакуумной техники и особенностях их эксплуатации;
- применять знания о классификации насосов, критериях выбора насосов и методиках расчета их мощности;
- применять знания о приборах и методиках измерения давлений;
- применять теоретические знания об общих требованиях к вакуумным системам, о методах их конструирования, а также о требованиях к степени герметичности вакуумных систем;
- оценивать техническое состояние вакуумных систем и проводить мероприятия по предупреждению различных неисправностей.

Владеть:

- знаниями об основных понятиях и законах, относящихся к вакуумной технике;
- знаниями о материалах, применяемых для производства вакуумной техники и особенностях их эксплуатации;
- знаниями о классификации насосов, критериях выбора насосов и методиках расчета их мощности;
- знаниями о основных видах приборов для измерения давлений;
- знаниями об общих требованиях к вакуумным системам, методах их конструирования, требованиях к степени герметичности вакуумных систем;
- знаниями и навыками, необходимыми оценки технического состояния вакуумных систем и проведения мероприятий по предупреждению различных неисправностей.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,88</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,88	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,88</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Самостоятельная работа	1,66	60	45
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,66	47,8	35,9
Выполнение реферативно-аналитической работы		12	8,95
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
Вид контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Лаб. работы	<i>в т.ч. в форме пр. подг.</i>	Сам. работа
1.	Основные законы техники глубокого вакуума и материалы вакуумных систем	22	6	4	4	12
1.1	Введение. Основные понятия и законы, относящиеся к технике глубокого вакуума	10	4	-	-	6
1.2	Материалы высоковакуумных систем	12	2	4	4	6
2.	Насосы и способы измерения давлений	44	6	12	12	26
2.1	Виды насосов. Критерии выбора насосов	24	2	8	8	14
2.2	Измерение полных давлений	10	2	2	2	6
2.3	Измерение парциальных давлений	10	2	2	2	6
3.	Вакуумные системы. Течеискание	40	4	16	16	20
3.1	Вакуумные системы	24	2	8	8	14
3.2	Течеискание	16	2	8	8	6
	Всего часов	108	16	32	32	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Основные законы техники глубокого вакуума и материалы вакуумных систем.
 - 1.1. Основные понятия и законы, относящиеся к технике глубокого вакуума. Свойства вакуума. Молекулярно-кинетическая модель вакуума. Течение газа в вакуумных системах. Откачка вакуумных систем. Источники газа в вакуумных системах.
 - 1.2. Материалы высоковакуумных систем. Требования к материалам в системах сверхвысокого вакуума. Использование металлов, керамики, стекол и других материалов в вакуумной технике. Способы изготовления герметичных неразъемных соединений.
2. Насосы и способы измерения давлений.
 - 2.1. Устройство насосов. Диффузионные насосы. Турбомолекулярные насосы. Адсорбционные насосы. Криогенные насосы. Сублимационные и геттерные насосы. Ионные насосы. Критерии выбора насосов. Методика подбора насосов.
 - 2.2. Измерение полных давлений. Ионизационные вакуумметры. Динамические и радиометрические вакуумметры. Градуировка вакуумметров.
 - 2.3. Измерение парциальных давлений. Основные параметры масс-спектрометров. Источники ионов. Статические масс-спектрометры. Динамические масс-спектрометры. Регистрация ионов. Градуировка и характеристики масс-спектрометров.
3. Вакуумные системы. Течеискание.
 - 3.1. Конструкционные элементы высоковакуумных систем. Разъемные соединения. Механические вакуумные вводы и подвижные уплотнения. Клапаны. Вспомогательное вакуумное оборудование. Система подпитки жидким азотом. Вакуумные системы. Общие требования, предъявляемые к вакуумным системам. Откачка системы. Общие методы конструирования вакуумных систем. Применение сверхвысокого вакуума.
 - 3.2. Течеискание. Основные методы течеискания. Требования к степени герметичности вакуумных систем. Вакуумметрический метод. Метод обнаружения течей при помощи ионного насоса. Галогенный метод. Масс-спектрометрический метод. Градуировка масс-спектрометрических течеискателей.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Знать:				
1	- основные понятия и законы, относящиеся к вакуумной технике;	+		
2	- материалы, применяемые для производства вакуумной техники и особенности их эксплуатации;	+		
3	- классификацию насосов, критерии выбора насосов и методики расчета их мощности;		+	
4	- основные виды приборов и методики для измерения давлений;		+	
5	- общие требования к вакуумным системам, методы их конструирования;			+
6	- требования к степени герметичности вакуумных систем;			+
7	- способы оценки технического состояния вакуумных систем и мероприятия по предупреждению различных неисправностей.	+	+	+
Уметь:				
8	- применять теоретические знания о вакууме и законах, применяемых в вакуумной технике;	+		
9	- применять теоретические знания о материалах, применяемых для производства вакуумной техники и особенностях их эксплуатации;	+		
10	- применять знания о классификации насосов, критериях выбора насосов и методиках расчета их мощности;		+	
11	- применять знания о приборах и методиках измерения давлений;		+	
12	- применять теоретические знания об общих требованиях к вакуумным системам, о методах их конструирования, а также о требованиях к степени герметичности вакуумных систем;			+
13	- оценивать техническое состояние вакуумных систем и проводить мероприятия по предупреждению различных неисправностей.	+	+	+
Владеть:				
14	- знаниями об основных понятиях и законах, относящихся к вакуумной технике;	+		
15	- знаниями о материалах, применяемых для производства вакуумной техники и особенностях их эксплуатации;	+		
16	- знаниями о классификации насосов, критериях выбора насосов и методиках расчета их мощности;		+	

17	- знаниями о основных видах приборов для измерения давлений;		+	
18	- знаниями об общих требованиях к вакуумным системам, методах их конструирования, требованиях к степени герметичности вакуумных систем;			+
19	- знаниями и навыками, необходимыми оценки технического состояния вакуумных систем и проведения мероприятий по предупреждению различных неисправностей.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
20	- ПК-1. Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-1.1. Знает принципы и порядок расчета деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности и основные программные средства для их выполнения;	+	+
21		ПК-1.2. Умеет проектировать типовую технологическую оснастку с использованием прикладных программных средств;	+	+
22		ПК-1.3. Владеет методиками автоматизированного проектирования деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в прикладных программных средствах.	+	+
23	- ПК-2. Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-2.1. Знает принципы и порядок разработки технической документации в соответствии с техническими требованиями к продукции и условиями реализации технологического процесса при нормальных условиях эксплуатации;	+	+
24		ПК-2.2. Умеет составлять техническое задание на экспертизу технической документации, готовить пояснительную записку (сведения) об объекте экспертизы;	+	+

25		ПК-2.3. Владеет навыками разработки экспертного заключения в соответствии с актуальными нормативными документами.	+	+	+
26	- ПК-3. Способен выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	ПК-3.1. Знает основные виды управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки и программное обеспечение к ним;	+	+	+
27		ПК-3.2. Умеет проектировать режимы термической и химико-термической обработки с учетом требований энерго- и ресурсоэффективности;	+	+	+
28		ПК-3.3. Владеет методиками реализации разработанных режимов термической и химико-термической обработки в программах для управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки.	+	+	+
30	- ПК-4. Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них	ПК-4.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ;	+	+	+
31		ПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ;	+	+	+

32		ПК-4.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ.	+	+	+
----	--	--	---	---	---

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Техника глубокого вакуума», а также дает знания о конструктивных особенностях элементов вакуумных систем различного типа, видах и особенностях эксплуатации различных насосов, течеискателей, вакуумметров, опасных факторах, сокращающих срок эксплуатации оборудования. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 56 баллов (максимально по 7 баллов за 8 работ – 4 балла допуск и 3 балла защита). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примерный перечень лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Расчет и конструирование фланцевого разъемного соединения	4
2	1	Подбор и конструирование вакуумного уплотнителя для фланцевого соединения	4
3	2	Расчет насоса для создания системы сверхвысокого вакуума	4
4	2	Расчет насоса для создания системы среднего вакуума	4
5	2	Измерение полных и парциальных давлений вакуумной системы	4
6	3	Течеискание при помощи ионного насоса	4
7	3	Течеискание вакуумметрическим методом	4
8	3	Обезгаживание вакуумной системы	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- подготовку реферата по разделам 2, 3;
- работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- оформление лабораторного журнала;
- подготовку к сдаче 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 30 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 56 баллов) и реферативно-аналитической работы (максимальная оценка 14 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

- 1) Классификация насосов для вакуумной техники;
- 2) Критерии выбора насосов для различных целей;
- 3) Области применения вакуумной техники в технологии ТНиСМ;
- 4) Особенности проведения высокотемпературной обработки ТНиСМ в вакууме;
- 5) Особенности проведения высокотемпературной обработки ТНиСМ в восстановительной среде;
- 6) Особенности вакуумной обработки при шликерном литье в технологии ТНиСМ;
- 7) Особенности вакуумной обработки при пластическом формовании в технологии ТНиСМ;
- 8) Конструкционные особенности трехступенчатого диффузионного насоса;
- 9) Использование отражателей паров в вакуумных системах;
- 10) Конструкционные особенности масляного диффузионного насоса;
- 11) Критерии выбора рабочих жидкостей в вакуумных системах;
- 12) Конструкционные особенности молекулярного насоса Геде;
- 13) Конструкционные особенности дискового насоса Зигбана;
- 14) Конструкционные особенности турбомолекулярного насоса;
- 15) Конструкционные особенности цеолитовых насосов;
- 16) Конструкционные особенности фланцевого наливного крионасоса;
- 17) Конструкционные особенности сублимационного насоса;
- 18) Конструкционные особенности геттерного насоса неиспарительного типа;
- 19) Вакуумметр Байярда-Альперта
- 20) Конструкционные особенности орбитронного насоса;
- 21) Конструкционные особенности электроразрядного насоса;
- 22) Конструкционные особенности дифференциального насоса Тома и Джеймса;
- 23) Использование элементов для движения в вакуумных системах при исследовании ТНиСМ;
- 24) Подвижные уплотнения в вакуумных системах;
- 25) Конструкционные особенности прецизионного сверхвысоковакуумного манипулятора.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по контрольной работе по разделам 1, 2 и 3). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 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) Что в науке и технике понимается под вакуумом?
- 2) Опишите изменение вакуума от плотности газов
- 3) Как изменяется химическая активность кислорода при повышении степени вакуума?
- 4) Перечислите основные свойства вакуума
- 5) Какое влияние оказывает вакуум на поверхностную адсорбцию веществ?
- 6) Что является основной мерой вакуума?

- 7) Опишите взаимосвязь плотности газа и давления газа
- 8) Во сколько раз давление меньше атмосферного позволяет создавать современная вакуумная техника?
- 9) На какие диапазоны принято делить вакуум?
- 10) Границы диапазона низкого вакуума
- 11) Границы диапазона среднего вакуума
- 12) Границы диапазона высокого вакуума
- 13) Границы диапазона сверхвысокого вакуума
- 14) Укажите диапазон значений вакуума, при котором проводится вакуумное обезгаживание в печах
- 15) Укажите диапазон значений вакуума, при котором осуществляется вакуумное формование
- 16) Укажите диапазон значений вакуума, при котором осуществляется литье керамического шликера
- 17) Укажите диапазон значений вакуума, при котором проводят исследования поверхности ТНисМ
- 18) Напишите уравнение состояния и поясните входящие в него величины
- 19) Суть кинетической теории газов
- 20) Напишите выражение, описывающее давление газа и дайте пояснение к входящим в него величинам
- 21) Вывод уравнения кинетической энергии молекулы
- 22) Связь кинетической энергии молекулы с абсолютной температурой газа
- 23) Расчет числа молекул в единице объема
- 24) Уравнение для средней скорости молекул
- 25) Частота ударов молекул о стенку.

Вопрос 1.2.

- 1) Требования к материалам в системах сверхвысокого вакуума
- 2) Требования к ТКЛР используемых материалов
- 3) Какие материалы применяются для выполнения вакуумных систем
- 4) Достоинства использования стекла в вакуумных системах
- 5) Недостатки применения стекла в вакуумных системах
- 6) Использование различных мягких вакуумных уплотнителей
- 7) Какому материалу отдается предпочтение при выполнении крупных установок?
- 8) Области применения металлов при выполнении вакуумных систем
- 9) Выбор материалов для создания разъемных соединений
- 10) Достоинства использования керамики в вакуумных системах
- 11) Недостатки керамики при использовании в вакуумных системах
- 12) Свойства электровакуумных стекол
- 13) Требования к стеклам для создания вакуумпрочных соединений с металлами
- 14) Применение «твердых» стекол в вакуумной технике
- 15) Применение «мягких» стекол в вакуумной технике
- 16) Свойства стекол, важных при их применении в вакуумных системах
- 17) Газопроницаемость стекол
- 18) Способы снижения газопроницаемости стекол
- 19) Требования к металлам для создания вакуумпрочных соединений с керамикой
- 20) Требования к металлам для создания вакуумпрочных соединений с стеклами
- 21) Обезгаживание металлов
- 22) Растворение кислорода в металле
- 23) Растворение азота в металле
- 24) Растворение оксида углерода в металле
- 25) Растворение двуокиси углерода в металле.

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

Вопрос 2.1.

- 1) Что такое эффективная быстрота откачки?
- 2) Что такое теоретическая предельная быстрота откачки?
- 3) Чем определяется производительность насоса?
- 4) Какие насосы применяются для создания вакуума лучше 10^{-5} Па?
- 5) Перечислите основные виды насосов
- 6) Какое явление лежит в основе ионных насосов?
- 7) Какое явление лежит в основе сублимационных насосов?
- 8) Какое явление лежит в основе криогенных насосов?
- 9) Какое явление лежит в основе адсорбционных насосов?
- 10) Какое явление лежит в основе диффузионных насосов?
- 11) Какая жидкость применяется в диффузионном насосе в качестве рабочей жидкости?
- 12) Опишите схематично принцип работы диффузионного насоса
- 13) Чем определяется верхний предел рабочего давления диффузионного насоса?
- 14) Факторы, от которых зависит предельное остаточное давление в диффузионных насосах?
- 15) К чему приводит обратная диффузия газа?
- 16) Что такое обратная диффузия молекул газа?
- 17) Что такое степень сжатия?
- 18) От чего зависит степень сжатия в диффузионном насосе?
- 19) Какую степень сжатия по азоту обеспечивают диффузионные насосы?
- 20) Какую степень сжатия по водороду обеспечивают диффузионные насосы?
- 21) Проблемы, которые могут возникнуть из-за давления насыщенных паров рабочей жидкости
- 22) Что такое обратный перенос рабочей жидкости?
- 23) Что такое обратный поток пара?
- 24) Как сказывается обратный поток на быстроте откачки?
- 25) Способы уменьшения обратного потока?

Вопрос 2.2

- 1) Измерение давлений с помощью ионизационного вакуумметра
- 2) Чем ограничено применение ионизационного вакуумметра?
- 3) Принцип работы ионизационного вакуумметра?
- 4) Принцип работы абсолютного вакуумметра
- 5) Какое явление лежит в основе абсолютного вакуумметра?
- 6) Достоинства и недостатки использования абсолютных вакуумметров
- 7) Принцип работы ионизационных вакуумметров
- 8) Условия измерения давления методом ионизации
- 9) Что такое коллектор в ионизационном вакуумметре?
- 10) Что такое эффективность ионизации?
- 11) Что такое потенциал ионизации?
- 12) Принцип действия магнетронного вакуумметра
- 13) Достоинства и недостатки применения магнетронного вакуумметра
- 14) Принцип работы динамического вакуумметра
- 15) Достоинства и недостатки применения динамического вакуумметра
- 16) Принцип работы радиометрического вакуумметра
- 17) Достоинства и недостатки применения радиометрического вакуумметра
- 18) Какие существуют методы градуировки вакуумметров?

- 19) Принцип градуировки вакуумметров статическим методом
- 20) Принцип градуировки вакуумметров динамическим методом
- 21) Для вакуумметров с каким рабочим диапазоном целесообразно использовать статический метод градуировки вакуумметров?
- 22) Для вакуумметров с каким рабочим диапазоном целесообразно использовать динамический метод градуировки вакуумметров?
- 23) Какие приборы используются для измерения парциальных давлений?
- 24) Достоинства и недостатки применения газоанализаторов
- 25) Для чего может применяться газоанализатор?

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

Вопрос 3.1.

- 1) Что из себя представляет вакуумная система?
- 2) Цели использования разъемных соединений в вакуумной технике
- 3) Какой тип разъемных соединений применяют главным образом в условиях сверхвысокого вакуума?
- 4) Что из себя представляют фланцевые соединения?
- 5) Особенности создания фланцевых соединений
- 6) Требования к разъемным соединениям
- 7) Особенности применения эластомера витон А в вакуумных соединениях
- 8) Особенности применения каптона Н в вакуумных соединениях
- 9) При помощи каких металлов уплотняют фланцы небольших размеров? Почему?
- 10) При помощи каких металлов уплотняют фланцы крупных размеров? Почему?
- 11) Особенности применения трубчатых кольцевых прокладок в вакуумных системах
- 12) Способы повышения вакуумной плотности трубчатых кольцевых прокладок
- 13) Требования, предъявляемые к высоковакуумным соединениям с использованием металлических прокладок
- 14) Требования, предъявляемые к поверхностям соединений
- 15) Перечислите возможные способы передачи механического движения без нарушения условий вакуума
- 16) Какие устройства для передачи механического движения относятся к первой группе?
- 17) Какие устройства для передачи механического движения относятся к второй группе?
- 18) При помощи чего осуществляются перемещения при давлениях выше 10^{-4} Па?
- 19) Для перемещений какого типа используются уплотнения на основе эластичных прокладок или вакуумной смазки?
- 20) Способы улучшения вакуумных качеств соединений для первого типа перемещений
- 21) Особенности использования сильфонов в вакуумной технике
- 22) Опишите принцип передачи линейного перемещения с помощью сильфона.
- 23) Опишите принцип передачи вращающего перемещения с помощью сильфона.
- 24) Применение клапанов в вакуумных системах
- 25) Чем определяется тип конструкции клапана?

Вопрос 3.2.

- 1) В чем проявляется наличие течи в системе?
- 2) Возможные причины неполного нарастания давления газа
- 3) Определение малых течей при помощи пробного газа
- 4) Достоинства и недостатки определения течей при помощи пробного газа
- 5) Ограничения определения течей при помощи пробного газа
- 6) Определение наличия течи по изменению тока в ионном насосе
- 7) Достоинства и недостатки определения течей по изменению тока в ионном насосе

- 8) Ограничения определения течей по изменению тока в ионном насосе
- 9) Определение наличия течи при помощи масс-спектрометрического течеискателя
- 10) Достоинства и недостатки определения течей при помощи масс-спектрометрического течеискателя
- 11) Ограничения определения течей при помощи масс-спектрометрического течеискателя
- 12) Способы локализации течи
- 13) Локализация течи при помощи пробного газа
- 14) Как локализуют течь при помощи пробного газа?
- 15) Локализация течей при помощи ацетона
- 16) Способы устранения течи в разборном уплотнении
- 17) Способы устранения течи, возникшей в результате дефектов в материале
- 18) Способы устранения течи в неразъемном соединении
- 19) Требования, предъявляемые к степени герметичности вакуумных систем
- 20) Уравнение натекания пробного газа для вязкостного характера течения газа
- 21) Уравнение натекания пробного газа для молекулярного характера течения газа
- 22) Методы повышения чувствительности течеискания
- 23) Вакуумметрический метод поиска течи
- 24) В каких случаях применяется вакуумметрический метод поиска течи
- 25) Достоинства и недостатки вакуумметрический метод поиска течи

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

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. В.И. Иванов. Вакуумная техника: учебное пособие. СПНИУИТ. 2016. 129 с.
2. Е.П. Шешин. Вакуумные технологии. Издательский Дом Интеллект, 2009. 502 с.
3. К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин, И.В. Автономова. Вакуумная техника: справочник. Издательство «Машиностроение». 2009. 590 с
4. В.И. Иванов, Е.В. Соколова. Вакуумная техника. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие. Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики 2016 г. 40 с.

Б. Дополнительная литература

1. Дж. Уэстон. Техника сверхвысокого вакуума. М.: Мир. 1988. 365 с.
2. Л.Н. Розанов. Вакуумная техника: учебник для вузов. М.: Высшая школа. 1990. 320 с.
3. С. Дэшман. Научные основы вакуумной техники. М.: Мир. 1975. 327 с.
4. В. Эспе. Технология электровакуумных материалов. М.: Госэнергоиздат. 1962. 287 с.
5. В.В. Кузьмин, Л.Е. Левина, И.В. Творогов. Вакуум-метрическая аппаратура техники высокого вакуума и течеискания. М.: Энергоатомиздат. 1984. 240 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал Вакуумная техника и технология. ISSN: 0869-1738
- Журнал Техника и технология силикатов. ISSN: 2076-0655
- Journal of the American Ceramic Society. ISSN: 1551-2916
- Journal of the European Ceramic Society. ISSN: 0955-2219
- Журнал Surface science. ISSN: 0039-6028.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://e.lanbook.com>
<http://lib.muctr.ru/>
<http://www2.viniti.ru/>
<http://elibrary.ru>
<http://www.scopus.com>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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

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

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Техника глубокого вакуума» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью;

библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Аудитория для проведения лабораторных работ, оснащенная набором посуды, расходных материалов, оборудованием - лабораторные столы и шкафы, печь вакуумная, диффузионный, ионный и роторный насосы, ионизационные вакуумметры, статические и динамические масс-спектрометры.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Наборы образцов фланцев, клапанов, разъемных соединений различной конструкции.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

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

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

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

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

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1. Основные законы техники глубокого вакуума и материалы вакуумных систем.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и законы, относящиеся к вакуумной технике; - материалы, применяемые для производства вакуумной техники и особенности их эксплуатации; - способы оценки технического состояния вакуумных систем и мероприятия по предупреждению различных неисправностей. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания о вакууме и законах, применяемых в вакуумной технике; - применять теоретические знания о материалах, применяемых для производства вакуумной техники и особенностях их эксплуатации; - оценивать техническое состояние вакуумных систем и проводить мероприятия по предупреждению различных неисправностей. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями об основных понятиях и законах, относящихся к вакуумной технике; - знаниями о материалах, применяемых для производства вакуумной техники и особенностях их эксплуатации; - знаниями и навыками, необходимыми оценки технического состояния вакуумных систем и проведения мероприятий по предупреждению различных неисправностей. 	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p>
2. Насосы и способы измерения давлений	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию насосов, критерии выбора насосов и методики расчета их мощности; - основные виды приборов и методики для измерения давлений; - способы оценки технического состояния вакуумных систем и мероприятия по предупреждению различных неисправностей. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять знания о классификации насосов, критериях выбора насосов и методиках расчета их мощности; 	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - применять знания о приборах и методиках измерения давлений; - оценивать техническое состояние вакуумных систем и проводить мероприятия по предупреждению различных неисправностей. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о классификации насосов, критериях выбора насосов и методиках расчета их мощности; - знаниями о основных видах приборов для измерения давлений; - знаниями и навыками, необходимыми оценки технического состояния вакуумных систем и проведения мероприятий по предупреждению различных неисправностей. 	
3. Вакуумные системы. Течеискание	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - общие требования к вакуумным системам, методы их конструирования; - требования к степени герметичности вакуумных систем; - способы оценки технического состояния вакуумных систем и мероприятия по предупреждению различных неисправностей. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания об общих требованиях к вакуумным системам, о методах их конструирования, а также о требованиях к степени герметичности вакуумных систем; - оценивать техническое состояние вакуумных систем и проводить мероприятия по предупреждению различных неисправностей. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями об общих требованиях к вакуумным системам, методах их конструирования, требованиях к степени герметичности вакуумных систем; - знаниями и навыками, необходимыми оценки технического состояния вакуумных систем и проведения мероприятий по предупреждению различных неисправностей. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу</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

«Техника глубокого вакуума»

основной образовательной программы

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль «Технологические машины и оборудование производства высокотемпературных функциональных материалов»

Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Технология высокотемпературных функциональных
керамических материалов»**

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

**«Технологические машины и оборудование производства
высокотемпературных функциональных материалов»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена заведующим кафедрой Химической технологии керамики и огнеупоров Н.А. Макаровым

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

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Технология высокотемпературных функциональных керамических материалов» к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения.

Цель дисциплины – ознакомление обучающихся с основными процессами керамической технологии, технологиями основных видов керамических изделий (огнеупоров, строительной, хозяйственной и технической керамики) и их потребительскими свойствами. Дисциплина направлена на формирование представлений об основах технологии керамики, методах исследования керамических материалов; ознакомление с процессами изготовления керамических материалов и изделий основных видов; ознакомление с методами проведения стандартных испытаний по определению свойств керамических материалов.

Задачи дисциплины – формирование представлений об основах технологии и свойствах керамики, методах исследования высокотемпературных функциональных материалов с философских позиций взаимосвязи в цепочке «состав - структура - свойство - технология»; ознакомление с процессами изготовления материалов и изделий основных видов; ознакомление с методами проведения стандартных испытаний по определению свойств высокотемпературных функциональных материалов.

Дисциплина «Технология высокотемпературных функциональных керамических материалов» 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 профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание
Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов и агрегатов в области химической технологии и технологии материалов, в том числе с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p>Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов</p> <p>Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских</p>	ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них	ПК-4.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ	<p>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.</p> <p>ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в</p>

	работ в области химического и химико-технологического производства).		ПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ	области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция А Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 6, трудовая функция А/02.6 Разработка интегрированной информационной модели типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов
			ПК-4.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ	ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). Обобщенная трудовая функция А Внедрение несложных новых техники и технологий термической

				<p>обработки; уровень квалификации 5, трудовая функция А/01.5 Сбор и обобщение информации о новых оборудовании и технологиях в термическом производстве</p> <p>ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018 № 573н). Обобщенная трудовая функция G Проведение научно-экспериментальных исследований по отработке специализированных параметров неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, технологии их применения; уровень квалификации 6, трудовая функция G/05.6 Инженерное сопровождение при проведении входного контроля неметаллических</p>
--	--	--	--	---

				<p>композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, препарации сборочных узлов, контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении серийных деталей и сборочных узлов и в рамках опытно-конструкторских работ</p>
--	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- технологические процессы получения основных видов керамики и огнеупоров;
- методы теоретического проектирования и экспериментального исследования структуры и свойств основных видов керамики и огнеупоров;
- основные требования стандартов на сырьевые материалы и готовую продукцию;
- основы охраны труда, техники безопасности, противопожарной безопасности и защиты окружающей среды при организации и управлении производствами керамики и огнеупоров.

Уметь:

- применять теоретические знания по химии и технологии керамических и огнеупорных материалов в курсовом и дипломном проектировании, а также при прохождении производственной практики;
- устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;
- определять свойства различных видов керамических материалов;
- проводить анализ научно-технической литературы.

Владеть:

- пониманием взаимосвязи состава, структуры, свойств и технологии основных видов керамических и огнеупорных материалов;
- представлением о технологическом процессе производства керамических материалов как единой цепочке последовательных взаимосвязанных стадий;
- принципами организации и осуществлении входного контроля сырья и материалов, используемых в производстве керамики и огнеупоров;
- принципами организации и осуществлении контроля свойств готовой продукции.

3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	72
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>1,33</i>	<i>48</i>	<i>36</i>
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,44</i>	<i>16</i>	<i>12</i>
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Самостоятельная работа	3,33	120	90
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,33	120	90
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение

Краткие сведения по истории керамики, современный уровень и перспективы развития.

Обобщенная схема технологического процесса производства керамики и огнеупоров и характеристика основных переделов.

Основные характеристики, используемые для описания упаковки твердой фазы и соотношения между твердой, жидкой и газообразной фазами.

Основные типы структур керамических материалов. Плотнотспекшаяся керамика, керамика зернистого строения, пористая проницаемая керамика, керамика из ультрадисперсных порошков.

Раздел 2. Процессы технологии керамики.

2.1 Измельчение и зерновой состав порошков.

Взаимосвязь структуры керамических материалов с дисперсностью исходных порошков. Методы представления и характеристики зернового состава. Классификация и характеристика методов диспергирования. Механизмы диспергирования. Агрегаты, используемые для измельчения, и области их применения.

Тонкий помол. Основные способы тонкого помола. Методы защиты измельчаемых материалов от загрязнения.

Особенности измельчения пластичных материалов.

Разделение порошков по крупности. Подбор зернового состава порошков. Характеристика упаковки моно- и полифракционных порошков. Прерывные и непрерывные зерновые составы.

2.2. Смешивание и подготовка масс.

Требования к однородности масс, способы ее оценки. Типовые схемы приготовления формовочных масс для полусухого прессования, пластического формования, шликерного литья. Строение формовочных масс.

Временные технологические связи и их роль при формировании и сушке, компоненты связей, требования к связкам.

2.3. Методы формования полуфабриката.

Полусухое прессование. Сущность метода. Классификация способов прессования по направлению усилий, скорости и режиму нагружения. Феноменологическое описание одноосного прессования в жесткой матрице. Поведение твердой, жидкой и газообразной фаз при прессовании. Влияние давления и времени прессования на плотность полуфабриката. Взаимосвязь уплотняемости и плотности полуфабриката с давлением прессования и содержанием связки. Понятия критических влажности, плотности и давления. Распределение давления и плотности по высоте заготовки. Способы повышения равноплотности. Двустороннее и ступенчатое одноосное прессование, прессование в «плавающих» формах.

Изостатическое прессование и его варианты.

Гидродинамическое, электрогидродинамическое и взрывное прессование.

Вибрационное формование. Варианты метода. Влияние основных факторов на плотность полуфабриката.

Пластическое формование и его варианты. Деформационные свойства пластичных масс. Методы оценки пластичности. Влияние основных факторов (содержания дисперсионной среды, дисперсности твердой фазы, газовых включений) на свойства пластичных масс.

Формование заготовок выдавливанием. Особенности деформации массы в шнековых и поршневых прессах.

Формование методом раскатки. Основные факторы, определяющие протекание процесса. Формы для изготовления изделий и предъявляемые к ним требования.

Метод допрессовки.

Формование методом обточки.

Литье керамических шликером. Классификация методов литья. Требования к литьевым суспензиям. Литье из водных суспензий. Способы регулирования свойств шликера и полуфабриката. Интенсификация литья.

Литье полуфабриката из неводных суспензий. Пленочное литье.

Литье из термопластичных шликером. Основные особенности и варианты метода. Способы регулирования свойств шликера. Основные особенности удаления временной технологической связки.

2.4. Сушка и обжиг керамического полуфабриката.

Удаление временной технологической связки как процесс внутреннего и внешнего массообмена. Усадочные явления в процессе сушки. Максимально допустимая скорость сушки. Методы оценки сушильных свойств полуфабриката и длительности сушки. Основные методы сушки керамического полуфабриката и способы ее интенсификации.

Основные процессы, происходящие при обжиге. Изменение свойств полуфабриката в обжиге. Спекание как основной процесс, происходящий при обжиге. Основные стадии спекания. Способы оценки и характеристики спекания.

Твердофазное спекание. Влияние основных факторов. Способы интенсификации.

Реакционное спекание.

Жидкофазное спекание. Основные стадии процесса. Влияние основных факторов и способы интенсификации. Жидкофазное спекание при взаимодействии твердой и жидкой фаз.

Дополнительные виды обработки керамических изделий: шлифовка, полировка, металлизация, пайка, декорирование.

Раздел 3. Строение и свойства керамики.

3.1. Фазовый состав, макро- и микроструктура, пористость и плотность керамики.

Распределение кристаллической и стекловидной фаз и пор. Виды пор, проницаемость к флюидам и ее связь с поровой структурой. Параметры, характеризующие поровую структуру, распределение пор по размерам. Методы исследования фазового состава, микроструктуры и пористости.

3.2. Механические и упругие свойства керамики.

Упругие свойства керамики, механизмы разрушения керамики. Прочность керамики при различных видах механических воздействий. Трещиностойкость керамики и способы ее повышения. Твердость и износостойкость керамики. Методы определения механических и упругих свойств керамики. Зависимость свойств от структуры материала и температуры.

3.3. Теплофизические свойства керамики.

Теплоемкость, термический коэффициент линейного расширения, теплопроводность и температуропроводность керамики, их зависимость от состава и температуры. Методы оценки. Термические напряжения в материале и изделиях, термостойкость керамики. Факторы, определяющие термостойкость. Методы ее оценки. Пути повышения термостойкости. Морозостойкость керамики. Огнеупорность и деформационные свойства керамики при повышенных температурах. Огнеупорность и определяющие ее факторы. Ползучесть (крип) керамики. Методы оценки. Влияние структуры, пористости, температуры. Длительная прочность керамики.

3.4. Электрофизические свойства керамики.

Проводимость керамики, ее механизмы и температурная зависимость. Керамические проводники, сверхпроводники, полупроводники и диэлектрики. Поляризация керамики, ее виды и связь с диэлектрической проницаемостью.

Температурная и частотная зависимость диэлектрической проницаемости керамики. Диэлектрические потери, их виды и связь с химическим, фазовым составом и структурой керамики. Температурная и частотная зависимости диэлектрических потерь. Электрическая прочность керамики, виды и механизмы пробоя. Методы измерения электрических свойств. Пьезокерамические материалы. Магнитные свойства керамики.

5 СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	- технологические процессы получения основных видов керамики и огнеупоров;	+	+	
2	- методы теоретического проектирования и экспериментального исследования структуры и свойств основных видов керамики и огнеупоров;	+		+
3	- основные требования стандартов на сырьевые материалы и готовую продукцию;		+	+
4	- основы охраны труда, техники безопасности, противопожарной безопасности и защиты окружающей среды при организации и управлении производствами керамики и огнеупоров.		+	
	Уметь:			
5	- применять теоретические знания по химии и технологии керамических и огнеупорных материалов в курсовом и дипломном проектировании, а также при прохождении производственной практики;		+	
6	- устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;		+	
7	- определять свойства различных видов керамических материалов;			+
8	- проводить анализ научно-технической литературы.	+	+	+
	Владеть:			
9	- пониманием взаимосвязи состава, структуры, свойств и технологии основных видов керамических и огнеупорных материалов;	+		+
10	- представлением о технологическом процессе производства керамических материалов как единой цепочке последовательных взаимосвязанных стадий;		+	
11	- принципами организации и осуществлении входного контроля сырья и материалов, используемых в производстве керамики и огнеупоров;		+	
12	- принципами организации и осуществлении контроля свойств готовой продукции.			+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
13	- ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них	ПК-4.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ;	+	+	+
14		ПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ;	+	+	+
15		ПК-4.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ.	+	+	+

6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1 Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	2	Технологии плиток для стен и полов. Технология универсальных плиток.	4
2	2	Технологии хозяйственно-бытовой керамики	4
3	2	Технологии изделий из фаянса и фарфора	4
4	2	Требования к огнеупорным материалам и теплоизоляционным материалам Особенности производства	4
5	3	Керамика из простых и сложных тугоплавких оксидов	4
6	3	Керамика на основе диоксида титана, титаната бария и других соединений с высокой диэлектрической проницаемостью	4
7	3	Керамические конденсаторы, сегнетозлектрики, пьезокерамика. Ферромагнитная керамика	4
8	3	Машиностроительная керамика. Керамическая броня	4

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Технология высокотемпературных функциональных керамических материалов», а также дает знания о методиках основных переделов производства керамики и определения эксплуатационных свойств керамических изделий и требованиям к выполнению методик, обеспечивающих достоверность получаемых результатов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 30 баллов (максимально по 5 баллов за каждую работу – 2 за решение задачи по тематике лабораторной работы, 2 за допуск к выполнению лабораторной и 1 – за защиту выполненной лабораторной работы). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2	Изучение разжижаемости, набора массы и водоотдачи глинистых шликеров	8
2	2	Изучение прессуемости керамических порошков	4
3	2	Определение числа пластичности формовочной массы	4
4	3	Определение пористости, водопоглощения и средней плотности керамических материалов	4
5	3	Определение модуля упругости керамических материалов	4
6	3	Определение термической стойкости и механической прочности керамики	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. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- оформление лабораторного журнала, решение задач и подготовку к выполнению и защите лабораторного практикума (6 семестр) по дисциплине;
- подготовку к сдаче экзамена (6 семестр).

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), лабораторного практикума (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрена 2 контрольные работы (1 контрольная работа для 1 и 2 раздела и 1 – для раздела 3). Максимальная оценка за контрольную работу № 1 составляет 16 баллов, 14 баллов отводятся на контрольную работу № 2. 30 баллов отводятся на лабораторные работы.

Разделы 1 и 2. Примеры вопросов к контрольной работе №1. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 4 балла за каждый вопрос.

Вариант 1.

1. Какое количество глины с влажностью 17% необходимо добавить к 11 м³ водной суспензии с влажностью 42% для доведения влажности суспензии до 33,0%? Плотность сухой глины 2,47 г/см³. Рассчитайте начальное и конечное объемное содержание воды в суспензии и ее массу.

2. Постройте кривую распределения частиц по размерам, если параметры уравнения Андресена: $n = 0,15$ и $D_{max} = 1,3$ мм.

3. Можно ли на образцах диаметром 50 и высотой 20 мм моделировать прессование заготовок размером 45*70*150 мм? Какую форму образцов Вы можете предложить?

4. Горячее литье заготовок. Факторы, определяющие технологические свойства литейных шликеров.

Вариант 2.

1. Составьте рецепт загрузки шаровой мельницы объемом 10 дм³ для приготовления суспензии корунда, если полезная загрузка мельницы по объему 0,50, соотношение шары: корунд: связка по объему 1:1:1, а плотность шаров, материала и парафина 7,80, 3,95 и 0,768 г/см³, соответственно.

2. Постройте кривые распределения по размерам частиц по следующим зависимостям:

$$y_i = 0,32 + 0,75 (d_i/2,0)^{0,5} \text{ и } y_i = (d_i/2,0)^{0,4}$$

3. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 2,5 мм от начальной относительной влажности 16% до конечной влажности 2,5%, если допустимый влагосъем составляет 1770 г/м²*час, а плотность влажной заготовки 2,2 г/см³, сушка двусторонняя. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды в заготовке и количество воды испаряемой из заготовки объемом 100 см³.

4. Виброформование. Основные варианты метода.

Вариант 3.

1. Какое количество глины с влажностью 21% необходимо добавить к 15 т водной суспензии с влажностью 42,0% для доведения влажности суспензии до 33,0%? Плотности сухой глины 2,47 г/см³. Рассчитайте начальное и конечное (массовое и объемное) содержание воды в суспензии, а также начальное и конечное количество глины и воды в смесителе.

2. Оцените скорость оседания и силы, действующие на частицу диоксида титана размером 4 мкм в водном растворе поливинилового спирта с плотностью 1,05 г/см³, вязкостью 25 пз и пределом текучести 13 Па. Плотность диоксида титана 4,20 г/см³. Рассчитайте критерий Рейнольдса для осаждения такой частицы.

3. Какое время необходимо для набора стенки толщиной 6 мм при шликерном литье, если стенка толщиной 2,8 мм формируется за 25 мин?

4. Факторы, определяющие технологические свойства водных литейных шликеров. Виды брака при шликерном литье.

Вариант 4.

1. Выведите формулу для расчета количества воды, которое необходимо ввести в заданный объем суспензии для изменения ее влажности от одного значения до другого.

2. Постройте кривую распределения по размерам частиц (выход по минусу) по следующей зависимостям:

$$y_i = 0,32 + 0,75 (d_i/2,0)^{0,5} \text{ и } y_i = (d_i/1,2)^{0,6}$$

3. Оцените скорость оседания и число Рейнольдса для корундовых частиц диаметром 0,2 мм в водной суспензии корундовых частиц размером 1 мкм при влажности суспензии 50%, приняв суспензию тонкомолотого корунда за дисперсионную среду. Для расчета вязкости суспензии используйте уравнение Кургаева:

$$\eta = \eta_0 * [1 + 2 * C_v(1 + C_v)/(1 - C_v)]$$

где η_0 – вязкость воды; C_v – объемное содержание твердой фазы.

Сравните результат при случае расчета вязкости по уравнению Майклза:

$$\eta = \eta_0 * \{1 + [(1,25 * C_v)/(1 - C_v/0,74)]\}$$

4. Физико-химические основы шликерного литья. Способы управления технологическими свойствами водных шликеров из оксидов.

Вариант 5.

1. Выведите формулу для расчета критической плотности и критического содержания жидкой фазы при полусухом прессовании заготовок.

2. Постройте кривую распределения частиц по размерам, если параметры уравнения Андреасена: $n = 0,35$ и $D_{\max} = 2,5$ мм.

3. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 2 мм от начальной относительной влажности 14% до конечной влажности 1,5%, если допустимый влагосъем составляет $1700 \text{ г/м}^2 \cdot \text{час}$, плотность влажной заготовки $2,2 \text{ г/см}^3$, сушка односторонняя. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды в заготовке массой 50 г.

4. Методы литья заготовок из глиносодержащих масс. Способы интенсификации.

Вариант 6.

1. Рассчитайте пористость засыпки шаров, упакованных с координационными числами 8 и 6.

2. Определите плотность двухфазной смеси фенолформальдегидной смолы и кварца при массовом соотношении компонентов 1:1, если плотности смолы и кварца равны $1,30$ и $2,65 \text{ г/см}^3$, соответственно.

3. Рассчитайте высоту засыпки прессформы, если насыпная плотность пресспорошка $1,45 \text{ г/см}^3$, плотность заготовки $2,20 \text{ г/см}^3$, а ее высота 7,5 мм.

4. Полусухое прессование. Сравнительная характеристика методов.

Вариант 7.

1. Выведите уравнение для расчета количества воды (массового и объемного), которое необходимо добавить для доведения влажности суспензии от одного значения до другого.

2. Постройте кривые распределения частиц по размерам по следующим данным:

Номер сита	2	1	08	063	05	045	035	020	проход
Остаток, г	1,0	2,3	4,3	5,6	7,2	6,3	4,5	8,9	3,5

Подберите параметры регрессионного уравнения.

3. Оцените минимальное время сушки заготовки толщиной 3 см от начальной относительной влажности 19,5% до конечной влажности 2%, если допустимый влагосъем составляет $0,24 \text{ г/см}^2 \cdot \text{час}$, плотность влажной заготовки $1,75 \text{ г/см}^3$. Сушка двусторонняя.

4. Изостатическое прессование. Сравните метод с прессованием в жесткую форму и виброформованием.

Вариант 8.

1. Выведите точное соотношение между объемной и линейной усадками, если усадка изотропная. Оцените усадку заготовки и относительную погрешность расчетов по точной и упрощенной формулам при спекании от начальной пористости 24% до теоретической плотности и до остаточной пористости 5%.

2. Постройте кривую распределения по размерам частиц по следующим зависимостям:

$$y_i = (d_i/3,5)^{0,5} \text{ и } y_i = 0,15 + 0,885 \cdot (d_i/3,5)^{0,5}$$

3. Можно ли на образцах диаметром 45 и высотой 45 мм моделировать процесс двустороннего прессования корундовых изделий размером $65 \times 125 \times 260 \text{ мм}$? Предложите свой вариант модельных образцов.

4. Способы описания и определения дисперсности порошков. Области применения.

Вариант 9.

1. Выведите формулу для расчета суммарной плотности трехкомпонентной системы в зависимости от объемного и массового содержания фаз.

2. Постройте функции распределения частиц по размерам.

Номер сита	2	1	085	06	05	04	025	015	<015
Масса, г	6,8	10,2	11,4	10,5	14,0	12,2	15,0	14,0	3,5

Подберите параметры регрессионного уравнения.

3. В стальной прессформе при одностороннем прессовании (давление 100 МПа) отформованы 2 вида заготовок высотой 60 мм диаметром 30 и 60 мм. Оцените пористости на глубине 40 мм и у поверхности прессующего пунсона, если параметры уравнения Бережного $a=50$ и $b=15$, коэффициент внешнего трения 0,30, а бокового распора - 0,17. Сравните значения пористости образцов и их значения при двустороннем прессовании.

4. Причины образования трещин при прессовании. Способы предотвращения.

Вариант 10.

1. Определите возможную максимальную плотность упаковки твердой фазы в заготовке при массовом содержании временной технологической связки 5,8%, если плотности твердой фазы и связки 5,27 и 1,05 г/см³, соответственно.

2. Какое количество водной суспензии кварца с плотностью 1,84 г/см³ необходимо добавить к 20 дм³ суспензии с плотностью 1,10 г/см³, чтобы получить суспензию с влажностью 35%? Плотность кварца 2,54 г/см³. Рассчитайте начальное и конечное (объемное и массовое) содержание воды в суспензии. Какой объем займет эта суспензия, какова ее плотность?

3. Каким должен быть размер прессформы для изготовления цилиндрических образцов диаметром 30,0 мм, если усадки в сушке и обжиге изотропные, составляют соответственно 2,5 и 6,0%, а упругое расширение заготовки после прессования - 1,5%?

4. Горячее литье заготовок. Влияние технологических факторов на их свойства. Виды брака и способы его предотвращения.

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

Вариант 1

1. Механическая прочность керамических материалов. Теоретическая и реальная прочность. Зависимость механической прочности от пористости, размера и формы пор, фазового состава.

2. Морозостойкость. Классификация пор с позиций морозостойкости. Методы определения.

Вариант 2

1. Механическая прочность. Теоретическая и реальная прочность. Зависимость прочности материалов различной природы от температуры.

2. Электропроводность. Зонная теория проводимости. Виды носителей электрического заряда.

Вариант 3

1. Трещиностойкость. Определение трещиностойкости. Модуль Вейбулла. Способы оценки и физический смысл модуля Вейбулла.

2. Электропроводность. Температурная зависимость проводимости. Собственная и примесная проводимость.

Вариант 4

1. Модули упругости I и II рода. Коэффициент Пуассона. Связь между модулями упругости. Зависимость модуля упругости от фазового состава, пористости.

2. Электропроводность. Основное уравнение электропроводности. Влияние различных факторов на электропроводность.

Вариант 5

1. Температура деформации под нагрузкой. Факторы, влияющие на температуру деформации под нагрузкой. Характерные точки на кривой деформация – температура.

2. Диэлектрическая проницаемость. Абсолютная и относительная проницаемость. Поляризация. Поляризуемость. Понятие о локальном поле диэлектрика.

Вариант 6

1. Ползучесть аморфных и кристаллических тел. Факторы, влияющие на ползучесть.
2. Механизмы поляризации.

Вариант 7

1. Кривоустойчивость. Стадии ползучести. Ползучесть Кобла и Набарро – Херринга. Общее представление о картах деформации.
2. Диэлектрическая проницаемость. Поляризация. Поляризуемость. Частотная зависимость поляризуемости.

Вариант 8

1. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Температурная зависимость теплоемкости. Температура Дебая.
2. Диэлектрическая проницаемость. Группы материалов по диэлектрической проницаемости. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости.

Вариант 9

1. Температурный коэффициент линейного и объемного расширения. Связь между ними. Средний и истинный ТКЛР. Влияние структуры кристаллической решетки на ТКЛР. ТКЛР многофазных материалов.
2. Диэлектрические потери. Виды потерь. Частотная и температурная зависимости диэлектрических потерь.

Вариант 10

1. Теплопередача. Теплопроводность. Фононная теория теплопроводности. Температурная зависимость теплопроводности. Температура Дебая.
2. Пробой диэлектрика. Пробивное напряжение. Механизмы пробоя.

Вариант 11

1. Факторы, влияющие на теплопроводность. Теплопроводность многофазных материалов.
2. Сегнетоэлектрики. Петля сегнетоэлектрического гистерезиса. Характерные точки. Сегнетожесткие и сегнетомягкие материалы.

Вариант 12

1. Термостойкость. Теория максимальных напряжений. Критерии термической стойкости R^0 , R^I , R^{II} , их физический смысл. Способы повышения термической стойкости.
2. Пьезоэффект. Электрострикция. Параметры, характеризующие пьезоэлектрические свойства материалов.

Вариант 13

1. Термостойкость. Теория двух стадий. Критерии термической стойкости R^{III} , R^{IV} , их физический смысл. Способы повышения термической стойкости.
2. Сегнетоэлектрический эффект. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры для сегнетоэлектриков на примере $BaTiO_3$. Температура Кюри.

Вариант 14

1. Термическая стойкость. Влияние хрупкости на термическую стойкость. Критерии сопротивления. Способы создания термостойких структур.
2. Магнитный момент. Природа магнитного поля. Магнетон Бора. Кривая магнитного гистерезиса, характерные точки. Магнитожесткие и магнитомягкие материалы.

Вариант 15

1. Понятия: фазовый состав; общая, открытая, закрытая пористость; относительная, средняя и истинная плотность. Связь между указанными характеристиками.
2. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Изменение теплоемкости при фазовых переходах I и II рода.

Вариант 16

1. Оценка термической стойкости методами теплосмен, максимального температурного перепада, по потере прочности материала.
2. Длительная прочность. Способы оценки длительной прочности.

Вариант 17

1. Классификация пор в керамических материалах по К. К. Стрелову.
2. Оценка огнеупорности керамики: требования к образцам, оборудованию, условия проведения эксперимента.

Вариант 18

1. Зонная теория электропроводности. Классификация материалов с точки зрения электропроводности.
2. Пьезоэлектрические характеристики керамических материалов.

Вариант 19

1. Оптические свойства керамики. Взаимодействие керамики со светом, рассеяние, поглощение и отражение света.
2. Виды пор в керамике. Классификация керамических материалов по величине пористости.

Вариант 20

1. Основные сведения о природе ферромагнетизма. Строение магнитных шпинелей.
2. Керамика как полупрозрачное тело. Белизна керамики и методы ее оценки.

Вариант 21

1. Термическая стойкость. Оценка термической стойкости керамики методом “полого цилиндра”. Достоинства и недостатки метода.
2. Химическая стойкость керамики. Факторы, определяющие сопротивление коррозии.

Вариант 22

1. Понятие биоинертных и биоактивных керамических материалов. Биосовместимость керамики.
2. Длительная прочность керамических материалов и способы ее оценки.

Вариант 23

1. Каталитические свойства керамики.
2. Газопроницаемость керамических материалов и способы ее оценки.

Вариант 24

1. Параметры, характеризующие поровую структуру керамических материалов. Распределение пор по размерам.
2. Твердость керамических материалов. Способы оценки твердости.

Вариант 25

1. Износостойкость керамических материалов. Способы оценки износостойкости.
2. Электрическая прочность керамики, виды и механизмы пробоя диэлектрика.

Вариант 26

1. Методы исследования фазового состава керамики.
2. Виды диэлектрических потерь в керамических материалах. Температурная и частотная зависимости диэлектрических потерь.

Вариант 27

1. Фрагментарная теория термической стойкости. Пути повышения термической стойкости керамических материалов.
2. Собственная и примесная проводимость керамики. Температурная зависимость электропроводности. Энергия активации проводимости.

Вариант 28

1. Влияние хрупкости керамики на термическую стойкость. Мера хрупкости. Критерии сопротивления.

2. Природа ферромагнетизма. Понятие о магнитном гистерезисе ферритов. Характерные точки петли гистерезиса.

Вариант 29

1. Упругие свойства керамики. Модули упругости I и II рода, взаимосвязь между ними. Влияние различных факторов на модуль упругости.

2. Пористость. Методы исследования пористости керамических материалов.

Вариант 30

1. Поляризация керамики, ее виды и взаимосвязь с диэлектрической проницаемостью.

2. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Влияние пористости, размера и формы пор на механическую прочность.

8.3 Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 теоретических вопроса и 1 задачу. Первый вопрос охватывает разделы 1-2 рабочей программы, оценивается в 15 баллов. Вопрос 2 охватывает 3 раздел программы, оценивается в 15 баллов. Решение задачи оценивается в 10 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Обобщенная схема технологического процесса производства керамики и огнеупоров. Характеристика основных переделов.

2. Основные характеристики, используемые для описания упаковки твердой фазы. Соотношения между твердой, жидкой и газообразной фазами.

3. Основные типы структур керамических материалов. Плотнospеченная керамика, керамика зернистого строения, пористая проницаемая керамика, керамика из ультрадисперсных порошков.

4. Методы представления и характеристики зернового состава. Классификация и характеристика методов диспергирования.

5. Механизмы диспергирования. Агрегаты, используемые для измельчения и области их применения.

6. Тонкий помол. Основные способы тонкого помола. Методы защиты измельчаемых материалов от загрязнения. Особенности измельчения пластичных материалов.

7. Разделение порошков по крупности.

8. Типовые схемы приготовления формовочных масс для полусухого прессования.

9. Типовые схемы приготовления формовочных масс для пластического формования.

10. Типовые схемы приготовления формовочных масс для шликерного литья.

11. Временные технологические связи и их роль при формовании и сушке, компоненты связок, требования к связкам.

12. Полусухое прессование. Сущность метода. Классификация способов прессования по направлению усилий, скорости и режиму нагружения.

13. Феноменологическое описание одноосного прессования в жесткой матрице. Поведение твердой, жидкой и газообразной фаз при прессовании.

14. Влияние давления и времени прессования на плотность полуфабриката. Взаимосвязь уплотняемости и плотности полуфабриката с давлением прессования и содержанием связки. Понятия критических влажности, плотности и давления.

15. Распределение давления и плотности по высоте заготовки. Способы

повышения равноплотности. Двустороннее и ступенчатое одноосное прессование, прессование в «плавающих» формах.

16. Изостатическое прессование и его варианты.
17. Гидродинамическое, электрогидродинамическое.
18. Взрывное прессование. Варианты метода. Достоинства и недостатки.
19. Вибрационное формование. Варианты метода. Влияние основных факторов на плотность полуфабриката.
20. Пластическое формование и его варианты. Деформационные свойства пластичных масс. Методы оценки пластичности.
21. Влияние основных факторов (содержания дисперсионной среды, дисперсности твердой фазы, газовых включений) на свойства пластичных масс.
22. Формование заготовок выдавливанием. Особенности деформации массы в шнековых и поршневых прессах.
23. Формование методом раскатки. Основные факторы, определяющие протекание процесса. Формы для изготовления изделий и предъявляемые к ним требования.
24. Метод допрессовки.
25. Формование методом обточки.
26. Литье керамических шликеров. Классификация методов литья.
27. Обжиг керамического полуфабриката. Основные процессы, происходящие при обжиге. Изменение свойств полуфабриката в обжиге.
28. Спекание как основной процесс, происходящий при обжиге. Основные стадии спекания. Способы оценки и характеристики спекания.
29. Твердофазовое спекание. Влияние основных факторов. Способы интенсификации.
30. Реакционное спекание. Основные особенности процесса. Влияние пористости заготовки и объемного эффекта реакции.
31. Жидкофазное спекание. Основные стадии процесса. Влияние основных факторов и способы интенсификации.
32. Жидкофазное спекание при взаимодействии твердой и жидкой фаз.
33. Жидкофазное спекание при отсутствии взаимодействия твердой и жидкой фаз.
34. Дополнительные виды обработки керамических изделий: шлифовка, полировка, металлизация, пайка, декорирование.
35. Фазовый состав, макро- и микроструктура, пористость и плотность керамики. Распределение кристаллической и стекловидной фаз и пор. Методы исследования фазового состава, микроструктуры и пористости
36. Виды пор, проницаемость к флюидам и ее связь с поровой структурой. Параметры, характеризующие поровую структуру, распределение пор по размерам.
37. Теплофизические свойства керамики. Теплоемкость, термический коэффициент линейного расширения керамики, их зависимость от состава и температуры. Методы оценки.
38. Теплофизические свойства керамики. Теплопроводность и температуропроводность керамики, их зависимость от состава и температуры. Методы оценки.
39. Термические напряжения в материале и изделиях, термостойкость керамики. Факторы, определяющие термостойкость. Методы ее оценки. Пути повышения термостойкости.
40. Морозостойкость керамики.
41. Огнеупорность и деформационные свойства керамики при повышенных температурах. Огнеупорность и определяющие ее факторы. Ползучесть (крип) керамики. Методы оценки. Влияние структуры, пористости, температуры.

42. Электрофизические свойства керамики. Проводимость керамики, ее механизмы и температурная зависимость. Керамические проводники, сверхпроводники, полупроводники и диэлектрики.

43. Поляризация керамики, ее виды и связь с диэлектрической проницаемостью. Температурная и частотная зависимость диэлектрической проницаемости керамики.

44. Диэлектрические потери, их виды и связь с химическим, фазовым составом и структурой керамики. Температурная и частотная зависимости диэлектрических потерь.

45. Электрическая прочность керамики, виды и механизмы пробоя. Методы измерения электрических свойств.

46. Типовые технологии электротехнической керамики. Общие сведения о электротехнической керамике, ее классификация по составу свойствам и областям применения. Требования к сырью. Особенности технологии.

47. Основные виды конструкционной керамики. Области применения, классификация по химико-минералогическому составу.

48. Типовые технологии пористых керамических материалов. Общие сведения о пористой керамике, ее классификация по составу, пористости и областям применения.

49. Теплоизоляционные, теплозащитные материалы, Основные методы изготовления высокопористых структур керамических материалов.

50. Керамические фильтры, мембраны, носители катализаторов и т.п. Основные методы изготовления высокопористых структур керамических материалов.

8.4 Структура и пример билета для экзамена

«Утверждаю» Зав. каф. ХТКиО _____ 20__ г. Н.А. Макаров _____	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
	15.03.02 Технологические машины и оборудование
	Профиль «Технологические машины и оборудование производства высокотемпературных функциональных материалов»
	Технология высокотемпературных функциональных керамических материалов
Экзаменационный билет № 1 1. Основные способы сушки керамического полуфабриката 2. Понятие морозостойкости строительной керамики, Факторы ее определяющие 3. Плотный огнеупор из оксида алюминия имеет предел прочности при сжатии, равный 4500 кг/см ² . С помощью уравнения Рышкевича установите, при какой пористости прочность огнеупора составит 200 МПа, если при пористости 8 % она составляет 3 т/см ² .	

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В., Власов А.С., Гузман И.Я., Лукин Е.С., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Химическая технология керамики: учебное пособие для вузов // Под ред. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. 496 с.
2. Сычева Л.И., Потапова Е.Н., Лемешев Д.О., Михайленко Н.Ю., Захаров А.И., Тихомирова И.Н., Беляков А.В., Строганова Е.Е. Практикум по технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 270 с.
3. Сборник задач по химической технологии керамики и огнеупоров: учебное пособие / Сенина М.О., Вершинин Д.И., Лемешев Д.О., Лукин Е.С., Попова Н.А., Беляков А.В., Антонов Д.А., Анисимов В.В., Макаров Н.А. Под ред. Н.А. Макарова. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021. 120 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Балкевич В.Л. Техническая керамика. М.: Стройиздат, 1984. 256 с.
2. Баринов В.Я., Шевченко С.М. Техническая керамика. М.: Наука, 1993. 187 с.
3. Гузман И.Я., Сысоев Э.П. Технология пористых керамических материалов и изделий. Тула: Приокское книжное изд-во, 1975. 196 с.
4. Масленникова Г.Н., Мамаладзе Р.А., Мидзута С., Коумото К. Керамические материалы. М.: Стройиздат, 1991. 313 с.
5. Практикум по технологии керамики и огнеупоров. Под ред. Д.Н. Полубояринова и Р. Я. Попильского. М.: Стройиздат, 1972. 350 с.

В) Учебно-методические пособия и указания по изучению дисциплины:

1. Власов А.С. Теоретические основы прочности керамики. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1982. 48 с.
2. Власов А.С. Конструкционная керамика. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. 70 с.
3. Гузман И.Я. Реакционное спекание и его использование в технологии керамики и огнеупоров. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1996. 55 с.
4. Беляков А.В. Механическая обработка неорганических неметаллических материалов. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2001. 40 с.
5. Макаров Н.А. Металлизация керамики. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2004. 76 с.
6. Беляков А.В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. 80 с.
7. Беляков А.В., Сигаев В.Н. Физико-химические основы процессов механического измельчения неорганических неметаллических материалов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2001. 59 с.
8. Лукин Е.С. Теоретические основы получения и технология оптически прозрачной керамики. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1981. 36 с.
9. Скидан Б.С., Поляк Б.И. Керамические диэлектрики. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1983. 77 с.
10. Беляков А.В. Химическая стойкость керамики. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1982. 32 с.
11. Скидан Б.С., Андрианов Н.Т., Сычев В.Н. Методические указания к расчету свойств и корректировки шихтового состава глазури. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1978. 48 с.

12. Балкевич В.Л., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Высокотемпературные печи для обжига и испытаний керамики. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. 64 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Журналы:

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

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

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

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

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

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

10 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Технология высокотемпературных функциональных керамических материалов» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы обучающегося.

11.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе

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

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Лаборатория (печной зал), оснащенная высокотемпературным оборудованием для синтеза и термической обработки керамических материалов.

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

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

Технологическое оборудование для обработки, подготовки и определения технологических свойств сырьевых материалов (шаровая мельница, лабораторная планетарная мельница, наборы сит для отсева порошков, сушильный шкаф, весы технические и аналитические, ступки для измельчения и смешивания порошков, разрывная машина).

Высокотемпературное оборудование (высокотемпературные электрические печи с карбидкремневыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима, электрическая лабораторная муфельная печь с автоматическим регулятором температуры, высокотемпературные электрические печи с хромит-лантановыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима).

11.2 Учебно-наглядные пособия

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

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

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

11.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

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

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

11.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

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

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

	From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	от 14.12.10	станциях	
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
32.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook 	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025

37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
41.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12 ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы получения основных видов керамики и огнеупоров; - методы теоретического проектирования и экспериментального исследования структуры и свойств основных видов керамики и огнеупоров. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить анализ научно-технической литературы. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - пониманием взаимосвязи состава, структуры, свойств и технологии основных видов керамических и огнеупорных материалов. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за экзамен</p>
Раздел 2. Процессы технологии керамики.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы получения основных видов керамики и огнеупоров; - основные требования стандартов на сырьевые материалы и готовую продукцию; - основы охраны труда, техники безопасности, противопожарной безопасности и защиты окружающей среды при организации и управлении производствами керамики и огнеупоров. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания по химии и технологии керамических и огнеупорных материалов в курсовом и дипломном проектировании, а также при прохождении производственной практики; - устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий; - проводить анализ научно-технической литературы. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - представлением о технологическом процессе производства керамических 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p>

	<p>материалов как единой цепочке последовательных взаимосвязанных стадий;</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципами организации и осуществлении входного контроля сырья и материалов, используемых в производстве керамики и огнеупоров. 	
<p>Раздел 3. Строение и свойства керамики.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методы теоретического проектирования и экспериментального исследования структуры и свойств основных видов керамики и огнеупоров; - основные требования стандартов на сырьевые материалы и готовую продукцию. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - определять свойства различных видов керамических материалов; - проводить анализ научно-технической литературы. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - пониманием взаимосвязи состава, структуры, свойств и технологии основных видов керамических и огнеупорных материалов; - принципами организации и осуществлении контроля свойств готовой продукции. 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p> <p>Оценка за экзамен</p>

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

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

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

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

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

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Технология высокотемпературных функциональных керамических материалов»

Основной образовательной программы
15.03.02 Технологические машины и оборудование

**Профиль «Технологические машины и оборудование производства
высокотемпературных функциональных материалов»**

Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Технология оборудования для производства высокотемпературных
функциональных керамических материалов»**

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

**«Технологические машины и оборудование производства
высокотемпературных функциональных материалов»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

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

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

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **15.03.02 Технологические машины и оборудование**, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **химической технологии керамики и огнеупоров** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 6 и 7 семестров.

Дисциплина **«Технология оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов»** относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области деталей и узлов оборудования, а также неорганического материаловедения, в том числе в области физикохимии и технологии керамических материалов.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний по принципам работы и условиям эксплуатации оборудования для производства высокотемпературных функциональных материалов и изделий из них; методам расчета основных параметров работы оборудования, взаимодействия отдельных видов оборудования в поточных технологических линиях; основам проектирования технологических линий и производства в целом керамических материалов и изделий.

Задачи дисциплины – научить студента алгоритму изучения машины, предназначенной для выполнения конкретной технологической операции, а также показать на примерах изучаемых агрегатов типовые способы реализации воздействия машины на обрабатываемый материал.

Дисциплина **«Технология оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов»** преподается в 6 и 7 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский				
Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов и агрегатов в области химической технологии и технологии материалов, в том числе с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов 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-1 Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-1.1 Знает принципы и порядок расчета деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности, и основные программные средства для их выполнения ПК-1.2 Умеет проектировать типовую технологическую оснастку с использованием прикладных программных средств ПК-1.3 Владеет методиками автоматизированного проектирования деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в прикладных программных средствах	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 «25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018. № 573н; Профессиональный стандарт «40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 27.04.2023 № 389н; Профессиональный стандарт
		ПК-2 Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам,	ПК-2.1 Знает принципы и порядок разработки технической документации в соответствии с техническими требованиями к продукции и условиями реализации технологического процесса при нормальных условиях эксплуатации ПК-2.2 Умеет составлять техническое задание на экспертизу технической документации, готовить пояснительную записку (сведения) об объекте экспертизы ПК-2.3 Владеет навыками разработки проектной и технической	

		техническим условиям и другим нормативным документам	документации и заключений по ней в соответствии с актуальными правовыми и регламентными нормами	«40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019. № 477н
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов и агрегатов в области химической технологии и технологии материалов, в том числе с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов 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 выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	ПК-3.1 Знает основные виды управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки и программное обеспечение к ним ПК-3.2 Умеет проектировать режимы термической и химико-термической обработки с учетом требований энерго- и ресурсоэффективности ПК-3.3 Владеет методиками реализации разработанных режимов термической и химико-термической обработки в программах для управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки	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 «25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018. № 573н; Профессиональный стандарт «40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 27.04.2023 № 389н;
		ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и	ПК-4.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ ПК-4.2 Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать	

		изделий из них	<p>аппаратурное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</p> <p>ПК-4.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p>	<p>Профессиональный стандарт «40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019. № 477н</p>
--	--	----------------	---	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

– принципы работы, достоинства и недостатки, наиболее прогрессивные способы эксплуатации оборудования для производства ВФМ; расчет и обоснование ассортимента готовой продукции и мощности предприятия, расчеты потребности сырья, материалов, оборудования; основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства.

Уметь:

выполнять расчеты по технико-экономическому обоснованию целесообразности проектирования (строительства), технологической разработке проекта; применять элементы автоматизации работы оборудования; проводить анализ нормативной документации.

Владеть:

знаниями о прогрессивных технологических процессах и оборудовании, обеспечивающих высокое качество продукции, повышение производительности труда и культуры производства; техническими решениями, обеспечивающими уменьшение загрязнения окружающей среды, улучшение условий труда; способами поиска и анализа нормативной документации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Всего		6 семестр		7 семестр	
	В зач. ед.	В акад. часах	В зач. ед.	В акад. часах	В зач. ед.	В акад. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	4	144	2	72
Контактная работа - аудиторные занятия	2,2	80	1,8	64	0,4	16
Лекции (Лек)	0,9	32	0,9	32		-
Практические занятия (ПЗ)	1,3	48	0,9	32	0,4	16
Самостоятельная работа (СР):	2,8	100	1,2	44	1,6	56
Контактная самостоятельная работа	2,8	0,4	1,2	-	1,6	0,4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		99,6		44		55,6
Виды контроля:						
Экзамен	1	36	1	36	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	1	0,4	-	-
Подготовка к экзамену.		35,6		35,6		-
Итоговый контроль			Экзамен		Курсовой проект	

Виды учебной работы	Всего	6 семестр	7 семестр
---------------------	-------	-----------	-----------

	В зач. ед.	В астр. часах	В зач. ед.	В астр. часах	В зач. ед.	В астр. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	162	4	81	2	54
Контактная работа - аудиторные занятия	2,2	60	1,8	48	0,4	12
Лекции (Лек)	0,9	24	0,9	24		-
Практические занятия (ПЗ)	1,3	36	0,9	24	0,4	12
Самостоятельная работа (СР):	2,8	75	1,2	33	1,6	42
Контактная самостоятельная работа	2,8	0,3	1,2	-	1,6	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		74,7		33		41,7
Виды контроля:						
Экзамен	1	27	1	27	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	1	0,3	-	-
Подготовка к экзамену.		26,7		26,7		-
Итоговый контроль			Экзамен		Курсовой проект	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Введение. Оборудование для получения формовочных масс	50	10	16	24
1.1	Содержание дисциплины. Принципы оценки конкурентоспособности машин и агрегатов: технические, экономические и организационные параметры.	16	4	5	8
1.2	Задача получения измельченных порошков в керамических производствах. Работа дробления и измельчения.	16	3	5	8
1.3	Основные типы дробильно-помольного оборудования, используемого в керамических производствах.	17	3	6	8
2.	Оборудование для формования заготовок из ВФМ способом пластического формования	50	10	16	24
2.1	Ленточные прессы и массомялки (безвакуумные и вакуумные) для формования экструзией. Машины для нарезки заготовок их бруса.	19	4	7	8
2.2	Основные виды машин для получения заготовок методом раскатки.	18	4	6	8
2.3	Машины для штемпельного формования. Автоматизация процессов.	13	2	3	8
3.	Оборудование для прессования, литья и обточки заготовок из ВФМ.	30	6	8	16
3.1	Оборудование для прессования заготовок из порошков (холодное и горячее изостатическое прессование)	11	2	4	5
3.2	Оборудование для формования заготовок из ВФМ методом литья. Вибролитье.	11	2	3	6
3.3	Оборудование для формования заготовок из ВФМ методом обточки. Дополнительная обработка керамики. Резка, шлифовка, полировка алмазным инструментом	8	2	1	5
4.	Основы проектирования предприятий по производству керамики.	32	6	8	18
4.1	Общие положения о проектировании. Задачи выпускников вузов при проектировании.	10	2	2	6

4.2	Содержание курсовых студенческих работ и дипломного проектирования. Техничко-экономическое обоснование проекта. Технологическая разработка проекта.	11	2	3	6
4.3	Типовые решения по выбору и размещению оборудованию. Последовательность технологических расчетов, графическое оформление и защита курсовой студенческой работы. Заключение.	11	2	3	6
	Курсовой проект. 7 семестр		-	-	18
	ИТОГО	180	32	48	100
	Экзамен 6 семестр	36			
	ИТОГО	216			

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Оборудование для получения формовочных масс.

Содержание дисциплины и ее задачи. Принципы оценки конкурентоспособности машин и агрегатов: технические, экономические и организационные параметры. Отпускная цена и цена потребления.

1.1. Оборудование для получения измельченных компонентов керамических масс

Задача получения измельченных порошков в керамических производствах в связи со специфическими требованиями к их дисперсности. Работа дробления и измельчения.

Основные типы дробильно-помольного оборудования, используемого в керамических производствах. Дробилки - щековые, конусные, молотковые, валковые (в том числе специализированные для грубого дробления глины), глинорезки, дезинтеграторы, помольные бегуны, среднеходовые мельницы, шаровые мельницы непрерывного и периодического действия, вибрационные мельницы, струйные мельницы, атриторы, планетарные мельницы, бисерные и роторные мельницы для получения нанопорошков. Принцип их работы, основные элементы конструкций и сравнительная технологическая оценка различных дробильно-помольных машин. Особенности работы оборудования для тонкого и сверхтонкого измельчения. Сравнительная оценка машин по пылевыделению при помоле и транспортировании порошков. Реализация мероприятий по охране труда и окружающей среды путем рационального выбора методов измельчения и оборудования. Современные тенденции в производстве дробильно-помольного оборудования.

1.2. Оборудование для разделения материалов по крупности, для магнитного обогащения, дозирования и транспортировки внутри цехов

Методы разделения материалов по размерам зерна. Возможности, ограничения, рациональные области использования различных методов: грохочения (рассева), разделения в воздушном потоке и гидравлической классификации. Основные типы оборудования, применяемого в керамической технологии: сита и грохота, воздушные сепараторы, гидроклассификаторы и гидроциклоны. Оценка сравнительной эффективности процесса разделения в различных типах оборудования. Современные тенденции в совершенствовании устройств для разделения.

Устройства для выделения тонких порошков из воздушного потока и обеспыливания воздуха: аппараты для центробежного, фильтрационного и мокрого пылеулавливания и их особенности, а также основы расчета в процессах производства керамики. Значение пылеулавливания для охраны труда и устранения загрязнения окружающей среды. Тенденции совершенствования оборудования для сепарации и обеспыливания.

Основные типы оборудования для магнитной очистки измельченных материалов. Оборудование для транспортировки и хранения измельченных порошкообразных материалов. Основные типы транспортеров, элеваторов и устройств для пневматического транспорта, их сравнительные оценки. Бункеры, силосы, питатели, дозаторы. Современные тенденции совершенствования этого оборудования.

Примеры компоновок дробильно-помольного оборудования и оборудования для разделения материала по крупности. Расчеты материального баланса и учета возвратных потерь. Принципы выбора оборудования.

1.3. Оборудование для смешивания формовочных масс и их обезвоживания

Задача стадии смешивания компонентов и введения временной технологической связки в зависимости от метода формования. Классификация процессов подготовки керамических масс и соответствующих видов смесительного оборудования.

Устройство и работа машин непрерывного действия для смешивания и увлажнения грубокерамических масс. Лопастные смесители. Пароувлажнители.

Устройство и работа смесителей периодического действия для смешивания масс в производстве огнеупоров и грубой керамики: смесительные бегуны и другие машины подобного типа. Способы автоматизации управления работой смесителей периодического действия.

Сравнительная оценка смесителей применительно к пластичным и полусухим массам и тенденции совершенствования этого оборудования.

Шликерные мешалки периодического действия для подготовки тонкокерамических масс (включая распускание глинистых компонентов). Устройство, назначение и сравнительная оценка различных типов мешалок: горизонтальные и вертикальные, лопастные, пропеллерные.

Принципы устройства и схемы использования непрерывно-действующих машин для распускания глинистых компонентов. Тенденции совершенствования мешалок и машин для роспуска глин.

Основное оборудование, применяемое для обезвоживания керамических масс при шликерной подготовке суспензий, особенности режимов и кинетики фильтрования. Решения, обеспечивающие механизацию и автоматизацию работы фильтр-прессов. Влажность получаемых коржей и их дальнейшая переработка. Использование или очистка фильтратов для предотвращения загрязнения окружающей среды. Тенденции в совершенствовании оборудования для обезвоживания шликеров.

Особенности насосов, применяемых для закачки фильтр-прессов и транспорта шликеров; мембранные и червячные насосы. Тенденции в их совершенствовании.

Получение пресс-порошков из керамических шликеров. Основные типы и особенности конструкций распылительных сушил, и сушил в кипящем слое, применяемых в керамической технологии. Грануляторы и их сравнение с распылительными сушилками.

Примеры компоновок дробильно-помольного оборудования и оборудования для подготовки формовочных масс. Массозаготовительные цехи.

Раздел 2. Оборудование для формования заготовок из ВФМ способом пластического формования

2.1. Ленточные прессы и массомялки (безвакуумные и вакуумные) для формования экструзией. Машины для нарезки заготовок их бруса.

Основные варианты процессов пластического формования: протяжка, штемпельное формование, раскатка в тела вращения. Применяемые для них типы оборудования.

Ленточные прессы и массомялки. Устройства ленточных прессов с винтовыми лопастями и особенности их основных конструктивных элементов (корпус, загрузочно-питательное устройство, винтовые лопасти, головка, мундштук). Процессы, происходящие при формовании на ленточных прессах. Виды брака и способы их предотвращения.

Вакуумные ленточные прессы. Механизмы и эффективность вакуумирования. Водокольцевые и масляные вакуумные насосы. Основные типы конструкций вакуумных прессов и их сравнительная характеристика. Вакууммялки. Режимы вакуумирования и типы вакуумных насосов. Вертикальные прессы для формования канализационных труб. Особенности их устройства.

Элементы расчета ленточных прессов. Производительность прессов с винтовыми лопастями, давление прессования и потребляемая мощность. Основные сведения о прессах для пластического формования поршневого типа. Экструдеры для термопластичных масс. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом протяжки и экструзии.

Машины для нарезки сырца (заготовок) из бруса. Требования, предъявляемые к машинам для нарезки сырца, выдавливаемого ленточным прессом. Основные типы резательных аппаратов. Устройство и кинематика работы однострунного резательного станка.

Принцип работы резательных устройств с фотоэлементом. Общие сведения об устройствах для автоматической садки нарезанного сырца. Примеры компоновок прессов для протяжки с предшествующим им оборудованием.

2.2. Основные виды машин для получения заготовок методом раскатки.

Оборудование для формования изделий тонкой керамики. Особенности процесса формования тел вращения раскаткой тонкокерамической массы. Влияние режима формования на строение и качество сформованных изделий. Дефекты и способы их устранения.

Основные виды машин для получения заготовок методом раскатки. Формование тонкостенных полых и плоских изделий (хозяйственный фарфор, фаянс) на ручных и механизированных станках.

Принцип устройства и основные конструктивные элементы полуавтоматов: управление всеми операциями формования с помощью распределительного вала. Различные варианты процесса формования: одностадийное и двухстадийное формование, формование шаблонами и роликами. Кинематические схемы наиболее характерных полуавтоматов. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом раскатки.

2.3. Машины для штемпельного формования. Автоматизация процессов.

Штемпельные (допрессовочные) прессы для пластического формования. Особенности процесса штемпельного формования изделий из грубокерамических пластичных масс. Основные типы прессов, применяемых для допрессовки огнеупоров и кислотоупорных изделий, формования черепицы. Их устройство и работа. Примеры компоновок прессов для штемпельного прессования с предшествующим оборудованием. Тенденции в совершенствовании оборудования для формования методом допрессовки.

Пути полной автоматизации процесса формования хозяйственного фарфора и фаянса с объединением пресса для протяжки, устройства для нарезания пластов, формирующего агрегата и конвейерного сушила в единый агрегат - поточную линию. Примеры компоновок прессов для штемпельного прессования с предшествующим оборудованием.

Раздел 3. Оборудование для прессования, литья и обточки заготовок из ВФМ.

3.1. Оборудование для прессования заготовок из порошков.

Особенности и варианты процесса прессования изделий из порошков. Способы регулирования давления и плотности. Требования к порошкам для полусухого прессования. Причины появления и пути устранения неравноплотности, перепрессовочных трещин и других дефектов прессовок. Основные варианты применяемых режимов прессования (одностороннее и двухстороннее сжатие: использование плавающих форм, ступенчатые режимы прессования).

Классификация прессов по источникам создания прессующего усилия, по типам прессующих и перемещающих механизмов, по режимам прессования. Револьверные и роторные прессы.

Механические прессы. Принцип действия и достоинства коленорычажного механизма. Конструкция и работа типичных коленорычажных прессов для прессования огнеупоров, строительного кирпича и плиток. Механизмы для засыпки массы и выталкивания изделий. Устройства для гидравлического регулирования давления на механических прессах.

Принцип действия и основные элементы конструкции фрикционных прессов. Специфические особенности процесса прессования на этих прессах. Способы автоматизации фрикционных прессов. Винтовые прессы с дугостаторным приводом.

Гидравлические прессы. Особенности и основные области применения гидравлических прессов в керамической технологии. Основные типы гидравлических

прессов, применяемых в производстве огнеупоров, керамических плиток и технической керамики. Оборудование гидравлической схемы прессов: насосы, аккумуляторы, преобразователи давления, золотники, клапаны. Автоматизация управления гидравлическими прессами (рассматривается на примере одного из прессов).

Основные особенности и методы прессования изделий сложной формы. Некоторые конструктивные решения пресс-форм, кернов и пуансонов, обеспечивающих выравнивание коэффициентов сжатия. Гидростатическое и квазиизостатическое прессование. Вибропрессование. Газостатическое прессование.

Современные тенденции совершенствования прессов для полусухого прессования. Пресс-формы для прессования керамических плиток: зеркальные, с передачей, гидростатические штампы. Примеры компоновок прессов для полусухого прессования и предшествующего оборудования.

Изостатическое прессование. Установки для холодного и горячего изостатического прессования. Горячее прессование, установки электроискрового прессования, установки «холодного» спекания, взрывное прессование.

3.2. Оборудование для формования заготовок из ВФМ методом литья.

Особенности процесса литья керамических шликеров в пористые формы. Требования к шликерам и пористым формам. Классификация методов литья, применяемых в керамической технологии. Оборудование литейных цехов для производства санитарно-строительной керамики. Мешалки, насосы, шликеропроводы, устройства для вакуумирования шликеров. Переход от литейных конвейеров к механизированным литейным стендам.

Устройство и работа карусельной машины для отливки тонкостенных полых изделий методом сливного литья.

Оборудование для горячего литья изделий из термопластичных шликеров. Типичные конструкции литейных машин и режимы их работы.

Способы изготовления тонких керамических пленок, а также керамической фанеры.

Особенности литья под давлением. Оборудование для литья изделий под давлением.

Вибролитье сложнофасонных изделий из огнеупорных бетонов. Оборудование участка вибролитья.

Компоновочные решения по размещению оборудования при формировании методом литья. Тенденции совершенствования оборудования для литья керамических изделий.

3.3. Оборудование для формования заготовок из ВФМ методом обточки.

Дополнительная обработка керамики.

Оборудование для обработки резанием (обточки) заготовок электроизоляционных изоляторов.

Мокрый и сухой способы глазурования. Оборудование для глазурования изделий методами окунания, полива, пульверизации, электростатическим, одновременным прессованием плиточного слоя и глазури. Устройство глазуровочного конвейера для плиток. Роторные и роторно-конвейерные линии и возможности их использования в технологии керамики в сравнении с роботизированными комплексами.

Раздел 4. Основы проектирования предприятий по производству керамики

4.1. Общие положения о проектировании. Задачи выпускников вузов при проектировании.

Технико-экономическое обоснование, выбор места строительства, задание на проектирование. Основные определения. Предпроектные работы. Общая пояснительная записка. Генеральный план и транспорт. Технологические решения. Организация и условия труда работников. Управление производством и предприятием. Архитектурно-строительные решения. Специальное оборудование, сети и системы. Организация

строительства. Охрана окружающей среды. Специально-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Сметная документация. Эффективность инвестиций.

Роль специалиста при проектировании. Действующие нормативные документы по строительству. Нормы технологического проектирования и технико-экономические показатели предприятий керамической промышленности. Системы ЕСКД, ЕСТД, ЕСТДС в проектировании. Применение компьютеров при проектировании.

4.2. Содержание курсовых студенческих работ и дипломного проектирования. Техничко-экономическое обоснование проекта. Технологическая разработка проекта.

Тематика курсовых студенческих работ и дипломных проектов. Объем и содержание курсовой студенческой работы и дипломного проекта. Особенности проектирования при реконструкции действующего предприятия. Источники необходимой информации для курсового и дипломного проектирования. Применение вычислительной техники при проектировании.

Требования по оформлению расчетно-пояснительной записки к дипломному проекту. Разделы, входящие в учебный проект.

Обоснование целесообразности проектирования объекта. Выбор района и точки строительства предприятия. Обоснование его мощности, ассортимента выпускаемой продукции, анализ обеспеченности сырьем, электроэнергией, технологическим топливом и водой.

Обоснование способа технологического процесса производства. Обеспечение требований охраны окружающей среды при проектировании.

4.3. Типовые решения по выбору и размещению оборудованию. Последовательность технологических расчетов, графическое оформление и защита курсовой студенческой работы.

Производство огнеупоров, канализационных труб, кислотоупорных изделий.

Производство стеновых материалов, керамических трубок, санитарной керамики, хозяйственного фарфора и фаянса, электроизоляторов.

Некоторые общие особенности технологических схем производства технической керамики.

Выбор состава керамического полуфабриката и изделия.

Материальный баланс завода, расчет потребности в исходных материалах, эксплуатационной мощности основных производственных цехов; расчет количества единиц основного технологического оборудования.

Принципы расчета агрегатно-поточных линий, подбор оборудования для комплектации агрегатно-поточных линий. Методы расчета эксплуатационных характеристик основного технологического оборудования.

Графическая часть проекта. Требования к содержанию, компоновке и оформлению графической части проекта. Последовательность выполнения дипломного проекта. Представление проектов к защите. Порядок защиты проекта.

Заключение

Роль совершенствования оборудования в прогрессе технологии керамики на современном этапе.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:	+	+	+	+
1	– принципы работы, достоинства и недостатки, наиболее прогрессивные способы эксплуатации оборудования для производства керамики; основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства;	+	+	+	+
2	– расчет и обоснование ассортимента готовой продукции и мощности предприятия, расчеты потребности сырья, материалов, оборудования;	+	+	+	+
3	– основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства.				
	Уметь:	+	+	+	+
4	– выполнять расчеты по технико-экономическому обоснованию целесообразности проектирования (строительства), технологической разработке проекта;	+	+	+	+
5	– применять элементы автоматизации работы оборудования;	+	+	+	+
6	– проводить анализ нормативной документации.				
	Владеть:	+	+	+	+
7	– знаниями о прогрессивных технологических процессах и оборудовании, обеспечивающих высокое качество продукции, повышение производительности труда и культуры производства;	+	+	+	+
8	– техническими решениями, обеспечивающими уменьшение загрязнения окружающей среды, улучшение условий труда;	+	+	+	+
9	– способами поиска и анализа нормативной документации.	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>компетенции и индикаторы их достижения</i> :					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
1	ПК-1 Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-1.1 Знает принципы и порядок расчета деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности, и основные программные средства для их выполнения ПК-1.2 Умеет проектировать типовую технологическую оснастку с использованием прикладных программных средств ПК-1.3 Владеет методиками автоматизированного проектирования деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в прикладных программных средствах		+	+

2	ПК-2 Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	<p>ПК-2.1 Знает принципы и порядок разработки технической документации в соответствии с техническими требованиями к продукции и условиями реализации технологического процесса при нормальных условиях эксплуатации</p> <p>ПК-2.2 Умеет составлять техническое задание на экспертизу технической документации, готовить пояснительную записку (сведения) об объекте экспертизы</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками разработки проектной и технической документации и заключений по ней в соответствии с актуальными правовыми и регламентными нормами</p>	+	+	+	+
3	ПК-3 Способен выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	<p>ПК-3.1 Знает основные виды управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки и программное обеспечение к ним</p> <p>ПК-3.2 Умеет проектировать режимы термической и химико-термической обработки с учетом требований энерго- и ресурсоэффективности</p> <p>ПК-3.3 Владеет методиками реализации разработанных режимов термической и химико-термической обработки в программах для управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки</p>	+	+	+	+
4	ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них	<p>ПК-4.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ</p> <p>ПК-4.2 Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</p> <p>ПК-4.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p>	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№	Раздел ы	Темы практических (семинарских) занятий	Акад. часы
1	Раздел 1	Оценки конкурентоспособности машин и агрегатов: технические, экономические и организационные параметры.	2
2	Раздел 1	Основные типы оборудования и расчеты для дробления, используемого в керамических производствах.	1
3	Раздел 1	Основные типы оборудования и расчеты для помола, используемого в керамических производствах.	2
4	Раздел 1	Основные типы оборудования и расчеты для обогащения материалов, используемых в керамических производствах.	1
5	Раздел 1	Основные типы оборудования и расчеты для транспортировки материалов, используемых в керамических производствах.	1
6	Раздел 1	Основные типы оборудования и расчеты для сухого и мокрого разделения материалов по крупности, используемого в керамических производствах	2
7	Раздел 1	Оборудование и расчеты для смешивания пластичных формовочных масс.	2
8	Раздел 1	Оборудование и расчеты для смешивания формовочных масс из полусухих порошков и шликеров.	1
9	Раздел 2	Оборудование и расчеты для обезвоживания формовочных масс в фильтр-прессах.	2
10	Раздел 2	Оборудование и расчеты для обезвоживания формовочных масс в распылительных сушилах.	2
11	Раздел 2	Оборудование и расчеты для гранулирования формовочных масс в сушилках типа Glatt и грануляторах.	1
12	Раздел 2	Схемы и расчеты для подготовки формовочных масс, применяемых для получения керамики.	2
13	Раздел 2	Проблемы получения и расчеты для формования заготовок в процессе экструзии.	1
14	Раздел 2	Проблемы получения и расчеты при удалении воздуха из заготовок в процессе экструзии.	2
15	Раздел 2	Проблемы получения и расчеты для пластического формования заготовок методом раскатки.	1
16	Раздел 2	Проблемы получения и расчеты для пластического формования заготовок методом допрессовки.	1
17	Раздел 3	Оборудование и расчеты для одноосного прессования на коленорычажных прессах, в том числе с гидравлическим регулированием давления.	2
18	Раздел 3	Оборудование и расчеты для одноосного прессования на гидравлических прессах.	1
19	Раздел 3	Оборудование и расчеты для одноосного изготовления заготовок на вибрационных прессах.	2
20	Раздел 3	Оборудование и расчеты для холодного изостатического прессования заготовок и горячего изостатического спекания керамики и для одноосного изготовления заготовок на прессах с квазиизостатическими формами.	2

21	Раздел 3	Оборудование и расчеты для формования заготовок методом литья из водных и неводных шликеров.	1
22	Раздел 3	Оборудование и расчеты для формования тонкопленочных заготовок.	1
23	Раздел 3	Оборудование и расчеты для формования заготовок методом обточки.	1
24	Раздел 3	Оборудование и расчеты для глазурования и нанесения рисунка.	2
25	Раздел 4	Проектирование линий для формования керамики методом полусухого прессования с использованием коленорычажных прессов, в том числе с гидравлическим регулированием давления, прессов гидростатического прессования, фрикционных прессов, вибрационных прессов.	2
26	Раздел 4	Проектирование линий для формования керамики методом пластического формования заготовок методом экструзии, раскатки и допрессовки.	1
27	Раздел 4	Проектирование линий для формования керамики методом литья из водных и неводных суспензий.	1
28	Раздел 4	Проектирование линий для формования различными методами заготовок для получения тонких листов керамики.	2
29	Раздел 4	Проектирование линий для формования заготовок методом раскатки керамических электроизоляторов.	1
30	Раздел 4	Нормативные документы при проектировании и строительстве промышленных предприятий.	2
31	Раздел 4	Типовые решения по выбору и размещению оборудования.	1
32	Раздел 4	Последовательность технологических расчетов при учебном проектировании, графическое оформление и защита курсовой студенческой работы.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине «*Технология оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов*» не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Оборудование для производства высокотемпературных функциональных материалов» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 32 акад. ч. в 6 семестре и 16 акад. часов в 7 семестре. 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 лекционному материалу дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена и курсового проекта по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, обучающимся в бакалавриате 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), и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 6 контрольных работ. Максимальная оценка за контрольные работы 1-3 (6 семестр) составляет 20 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольные работы 4-6 (7 семестр) составляет 60 баллов, по 20 баллов за каждую работу.

Раздел 1. Контрольная работа №1 содержит 2 вопроса. 6 семестр. Максимальная оценка – 20 баллов

Контрольный вопрос № 1.1. КР-1. Максимальная оценка за вопрос – 10 баллов.

1. Объясните понятие цены потребления оборудования. Какую долю от нее составляет отпускная цена?
2. Как рассчитывается производительность непрерывно работающего оборудования? Годовая производительность.
3. Перечислите технические параметры, учитываемые при оценке
4. Назовите экономические параметры, учитываемые при оценке конкурентоспособности оборудования.
5. Как рассчитать производительность агрегата периодического действия? Годовая производительность.
6. Виды организационных параметров (условия продажи), применяемые при оценке конкурентоспособности агрегата.
7. Назовите параметры надежности, учитываемые при оценке конкурентоспособности.
8. Что входит в нормативные параметры при оценке конкурентоспособности.
9. Единичный и групповой показатели. Вычисление показателя конкурентоспособности.
10. Параметры назначения при оценке конкурентоспособности?
11. Эстетические параметры при оценке конкурентоспособности машины.
12. Эргономические параметры при оценке конкурентоспособности.
13. Организационные параметры.
14. Структура цены потребления.

15. Как вычисляют единичные параметры? В чем особенность вычисления группового показателя для нормативных параметров?
16. Метод экспертных оценок при выборе оборудования.
17. Производительность для машин непрерывного и периодического действия.
18. Долговечность машин.
19. Безотказность машины.
20. Назовите достоинства и недостатки молотковых дробилок и молотковых мельниц.
21. Чем отличаются дробилки от мельниц?
22. Объясните. Что такое угол захвата? Приведите примерные углы захвата известных Вам дробилок.
23. Сравните между собой щековые дробилки с простым и сложным движением щеки. Как их различить на чертежах?
24. Машины для грубого измельчения глины.
25. В чем преимущества и недостатки щековых и конусных дробилок с вибрацией рабочих органов?
26. Как определить, конусная дробилка с подвижным валом или с неподвижной осью?
27. Особенности конструкций конусных дробилок для среднего и мелкого дробления.
28. Особенности конструкции конусных дробилок для грубого помола.
29. Виброконусные дробилки. Достоинства и недостатки.
30. Перечислите типы известных вам валковых дробилок.
31. Каково соотношение диаметров валков и размеров кусков поступающего материала в валковых дробилках с гладкими и с рифлеными валками?
32. Какие дробилки используют для выделения камней из глины?
33. Перечислите достоинства и недостатки ножевых глинорезок.
34. Глинорыхлители.
35. Бегуны. Типы конструкций, достоинства и недостатки, допустимая скорость вращения чаши.
36. Как определить, в бегунах вращается чаша или нет?
37. Перечислите основные недостатки известных Вам дробилок для среднего и мелкого дробления.
38. Какие из типов дробилок имеют разновидности для крупного, среднего и мелкого дробления?
39. Перечислите типы оборудования для измельчения, использующие в качестве способа измельчения изгиб.
40. Назовите различия между молотковыми дробилками и молотковыми мельницами. Укажите массу молотков и их скорость.
41. Валковые, роликово-маятниковые и шаровые-кольцевые мельницы.
42. Критическая скорость мельницы.
43. Водопадный режим в мельницах и его применение.
44. Укажите способы, позволяющие реализовать на практике различные режимы помола в шаровой мельнице.
45. Как обычно используют формулу В.В. Товарова: $Q = 0,001 Q_{уд} \cdot k_p \cdot k_s \cdot 6,75 \cdot V \cdot \sqrt{D} \cdot \sqrt{\frac{G}{V}} \cdot \eta_3$ (т/ч).
46. Перечислите все известные Вам способы и машины тонкого помола материала.
47. Какие типы шаровых мельниц наиболее эффективны для получения сверхтонкого продукта? Поясните.
48. Назовите достоинства и недостатки шаровых и вибрационных мельниц.
49. Каков максимальный объем вибромельниц и размер шаров? Почему?
50. Достоинства и недостатки молотковой шахтной мельницы.

51. С помощью каких механизмов создают вибрацию в вибромельницах? Какой тип вибромельниц оказывает меньшую нагрузку на фундамент?
52. Аттрибуты, достоинства и недостатки.
53. Укажите размеры частиц, получаемых при тонком помоле. Чем отличаются эксцентриковые вибромельницы от инерционных?
54. Почему и чем (какой величиной) ограничена скорость вращения шаровой мельницы.
55. Струйные мельницы. Достоинства и недостатки.
56. Бисерные и роторные мельницы для получения нанопорошков

Контрольный вопрос № 1.2. КР-1. 6 семестр
Максимальная оценка 10 баллов

1. Трубные мельницы. Достоинства и недостатки.
2. Как и в каких мельницах получают порошки грубых и средних размеров?
3. Сравните дезинтегратор и центробежную мельницу.
4. Схема получения порошка из пластичной глины.
5. Пути совершенствования мельниц.
6. Колосниковые грохоты. Области применения.
7. Назовите оборудование для сепарации совместимое с дробилками.
8. Укажите достоинства и недостатки различных способов рассева материалов.
9. Сита и решета. Коэффициент полезного действия грохотов.
10. Системы сит и взаимный пересчет размеров сит.
11. Бурат.
12. Принципы разделения на ситах.
13. Вибрационные грохоты. Достоинства и недостатки.
14. Какие параметры газовой среды входят в формулу для определения скорости витания частицы при воздушной сепарации?
15. Назовите оборудование для сепарации, совместимое с шаровыми мельницами.
16. Циркуляционный и проходной сепараторы. Достоинства и недостатки.
17. Сепаратор с внешними осадительными устройствами. Достоинства и недостатки.
18. Назовите достоинства и недостатки проходных и циркуляционных сепараторов. Сравните их между собой.
19. Сравните гидроциклон и вертикальный классификатор.
20. Перечислите известное Вам оборудование для гидравлической сепарации.
21. Гидроциклоны. Достоинства и недостатки.
22. Вертикальный классификатор. Достоинства и недостатки.
23. Сравните эффективность и области применения циклонов, тканевых фильтров и электрофильтров.
24. Сравните циклоны и вихревые пылеуловители.
25. Укажите характеристики простых и батарейных циклонов.
26. Достоинства и недостатки вихревых пылеуловителей. В чем основное отличие ВПУ от ВЗП.
27. Укажите характеристики простых и батарейных циклонов.
28. Достоинства и недостатки комбинированного зернистого фильтра.
29. Достоинства и недостатки мокрого пылеулавливания.
30. Скрубберы.
31. Динамические газопромыватели, достоинства и недостатки.
32. Пенные пылеуловители. Достоинства и недостатки.
33. Турбулентные газопромыватели. Достоинства и недостатки.
34. Сравните сухое и мокрое пылеулавливание.
35. Циклон с водяной пленкой.

36. Принцип действия, достоинства и недостатки пылеуловителей ударно-инерционного типа.
37. Электромагнитный барабан.
38. Магнитная сепарация электромагнитами и сильными постоянными магнитами. Достоинства и недостатки.
39. Перечислите известные Вам типы транспортеров.
40. Ленточные транспортеры. Производительность.
41. Скребковые и ковшевые транспортеры. Области применения.
42. Элеваторы. Области применения.
43. Оборудование для замены или перемещения оборудования в цехе.
44. Назовите разновидности, а также достоинства и недостатки пневмотранспорта. Достоинства и недостатки пневмотранспорта.
45. Контейнерный пневмотранспорт.
46. Перечислите типы транспортеров, используемых на керамических заводах.
47. Как осуществляют поворот вагонеток или их перемещение на параллельный путь?
48. Виды транспортеров.
49. Виды транспортеров для подачи материала под углом и вертикально.
50. Пластинчатый и ящичный питатели.
51. Цепной питатель.
52. Лотковый питатель.
53. Барабанный и секторный питатели.
54. Цилиндрический и тарельчатый питатели.
55. Лопастной питатель.

Разделы 1 и 2. Контрольная работа № 2 (КР-2) содержит 2 вопроса. 6 семестр
Максимальная оценка – 20 баллов

Контрольный вопрос № 2.1. Максимальная оценка 10 баллов

1. Для каких материалов можно использовать винтовые дозаторы?
2. Режим подачи материала в автоматические весы.
3. Достоинства и недостатки объемного и весового дозирования.
4. Укажите путь масс (элементы конструкции) в двухвальном смесителе с протирачной решеткой.
5. Сколько воды можно ввести с паром в глинистую массу в смесителе и почему? Как вводят дополнительную воду?
6. Укажите путь глины (элементы конструкции, через которые она проходит) в глинозапаснике.
7. Как подают пар и воду в двухвальных лопастных смесителях?
8. Укажите путь массы (элементы конструкции) в глинорастирателе.
9. Укажите как происходит переработка материала в глинозапаснике. Его достоинства и недостатки.
10. Двухвальный прямоточный и противоточный смесители.
11. Глинорыхлитель. Путь массы (элементы конструкции, через которые она проходит).
12. Глинорастиратель. Принцип работы.
13. Глинорастиратель. Путь массы (элементы конструкции, через которые она проходит).
14. Глинорастиратель и глинозапасник. Сравните, какие операции в них общие, а какие отличаются.
15. Укажите и объясните порядок смешивания шихты, содержащей шамот и глиняный порошок, и глиняный шликер. Какие агрегаты для этого применяют.
16. Смесители фирмы Eirich. Особенности конструкций.

17. Сравните смесительные бегуны со скоросмесителем при приготовлении массы для шамотных огнеупоров.
18. Достоинства и недостатки горизонтального лопастного смесителя.
19. Почему для смешивания шликеров редко используют барботаж? Процессы, которые при этом происходят.
20. Какие задачи выполняют шликерные мешалки в керамическом производстве? Укажите соотношение диаметра винта пропеллерной мешалки к размеру (диаметру) бассейна.
21. Объясните, почему бассейн для пропеллерной мешалки выполняется в форме многогранника, переходящего в усеченную пирамиду, а не в виде цилиндра?
22. Достоинства пропеллерных мешалок.
23. В каких случаях используют в качестве смесителя шаровые мельницы?
24. Общие элементы конструкций у машин для непрерывного распускания глин. Почему именно их применяют?
25. Комбинированная дробилка и мельница-мешалка Сладкова. Общие и различные детали этих машин.
26. Какие способы обезвоживания керамических масс Вы знаете? Сравните их по энергетическим затратам.
27. Почему для керамических масс обычно не применяют вакуум-фильтры?
28. Назовите достоинства и недостатки рамного и камерного фильтр-прессов. Распределение влаги по сечению коржа и агрегат, в котором она распределяется равномерно.
29. Режим работы фильтр-пресса.
30. Какие принципы закладывали конструкторы при создании автоматических фильтр-прессов?
31. Почему толщина коржа в фильтр-прессе составляет 20-30 мм?
32. Мембранный фильтр-пресс.
33. Как можно приготовить пластичную массу со строго определенной влажностью?
34. Достоинства и недостатки червячного насоса.
35. Почему для перекачки шликеров применяют специальные насосы? Назовите их.
36. Поршневые насосы с керамическими поршнями и цилиндрами.
37. Почему для керамических шликеров используют мембранные насосы?
38. Пневматические мембранные насосы для перекачки шликера?
39. Почему меняется со временем службы влажность массы, получаемая в фильтр-прессах?
40. Принципиальные схемы движения потоков в распылительных сушилках.
41. Общие элементы конструкций в различных БРС.
42. Укажите влажность масс до и после распылительной сушилки.
43. Почему в БРС влажность гранул разного размера выравнивается в процессе сушки?
44. Почему после распылительной сушилки порошки имеют стабильный размер и влажность?
45. Сравните достоинства и недостатки БРС и сушилок в кипящем слое.
46. Сушилки кипящего слоя
47. Преимущества и недостатки применения грануляторов вместо РС.
48. Основные отличия гранул после БРС и гранулятора.
49. Какие материалы подаются в гранулятор? До какой влажности сначала увлажняется масса и до какой сушится?
50. В чем преимущества сушки шликера в сушилке кипящего слоя по сравнению с РС?
51. Достоинства и недостатки грануляторов.

Контрольный вопрос № 2.2. КР-2. 6 семестр. Максимальная оценка – 10 баллов

1. Сравните между собой поршневые и шнековые прессы для экструзии пластичных масс.
2. Требования, предъявляемые к формовочной массе при экструзии.
3. Что такое внешнее трение и внутреннее трение для формовочной массы, применяемой в экструзии?
4. Требования, предъявляемые к ВТС (связка) при экструзии (протяжке).
5. Какие влажности (в масс. %) применяют в глинистых формовочных массах для экструзии?
6. Какое давление применяют в экструзии глинистых масс?
7. Что такое «жесткое формование»? Его достоинства и недостатки.
8. Что такое «мягкое формование»? Его достоинства и недостатки.
9. Назовите виды пластического формования и влажности используемых при формовании этими методами масс.
10. Назовите основные узлы ленточного прессы, их назначение.
11. Какой элемент конструкции ленточного прессы определяет его предельное давление? Дайте развернутый ответ.
12. Что такое поршневой пресс для экструзии? Где его применяют?
13. Области применения поршневого прессы. Дайте развернутый ответ.
14. Сравните между собой ленточный и поршневой прессы. Области их применения.
15. Нарисуйте схему предприятия, которое готовит формовочные массы: пресс-порошок, шликер и пластичную массу. Что позволяет изменять параметры масс.
16. Как обычно готовят пластичную массу на предприятии, которое готовит формовочные массы: пресс-порошок, шликер и пластичную массу? Что мешает делать такие заводы в России?
17. Перечислите меры борьбы с проворачиванием и обратными потоками.
18. Конструкции шнеков ленточных прессов и выжимных лопастей.
19. Какую деталь обычно ставят между редуктором и валом винт прессы в ленточном? Зачем она необходима?
20. Нарисуйте конструкцию шнека ленточного прессы с цилиндрическим корпусом, который позволяет дополнительно сжать формуемую массу перед ее вхождением в головку прессы.
21. Нарисуйте кривую распределения давления массы по зонам ленточного прессы.
22. Нарисуйте эпюру распределения давления в формуемой массе в ленточном прессе. Чем она определяется?
23. Как считают объемную производительность ленточного прессы? Дайте развернутый ответ.
24. Объясните роль коэффициентов, входящих в формулу объемной производительности ленточного прессы и понижающих ее скорость.
25. Какие устройства применяют для снижения трения о стенки мундштука? Зачем это необходимо?
26. Как уменьшают обратные потоки, возникающие в массе при формовании экструзией на ленточном прессе?
27. Как уменьшают проворачиваемость массы при формовании экструзией на ленточном прессе?
28. Какие устройства одновременно уменьшают и проворачиваемость, и обратные потоки в массе при формовании экструзией на ленточном прессе?
29. Назовите траекторию массы (элементы конструкции) в безвакуумном и вакуумном ленточном прессе.
30. Каким образом желательно изменить длину и конусность головки прессы и мундштука при переходе от менее пластичной к более пластичной массе? Дайте развернутый ответ.

31. Перечислите виды корпусов при формировании экструзией на ленточном прессе. Их достоинства и недостатки.
32. Какие устройства применяют при формировании экструзией на ленточном прессе для уменьшения проворачиваемости массы и ее обратных потоков?
33. Какие виды приемных коробок при формировании экструзией на ленточном прессе вы знаете? Их достоинства и недостатки.
34. Виды уплотняющих устройств в приемной коробке при формировании экструзией на ленточном прессе. Их достоинства и недостатки.
35. Чем определяется длина приемной коробки при формировании экструзией на ленточном прессе?
36. Достоинства и недостатки использования вдавливающих валков в приемной коробке при формировании экструзией на ленточном прессе.
37. Вдавливатели в приемной коробке на ленточном прессе экструдера
38. Достоинства и недостатки конических корпусов при формировании экструзией на ленточном прессе.
39. Достоинства и недостатки объединения конических корпусов с цилиндрическим при формировании экструзией на ленточном прессе.
40. Достоинства и недостатки применения ступенчатого корпуса при формировании экструзией на ленточном прессе.
41. Выжимная или выпорная лопасть при формировании экструзией на ленточном прессе.
42. Почему шаг винта при формировании экструзией на ленточном прессе обычно уменьшают при приближении к выжимной лопасти?
43. В чем различие прерывистых винтов (шнеков) от непрерывных? Дайте развернутый ответ.
44. Почему шаг винта при формировании экструзией на ленточном прессе обычно уменьшают при приближении к выжимной лопасти?
45. Почему двухмундштучные головки применяют реже, чем одномундштучные? Дайте развернутый ответ.
46. Какие меры предпринимают, чтобы уменьшить трения массы в мундштуке? Дайте развернутый ответ.
47. Понижение трения в мундштуке с помощью металлических пластин. Дайте развернутый ответ.
48. Способы понижения трения в мундштуке ленточного пресса экструдера. Дайте развернутый ответ.
49. Как формируют отверстия в выдавливаемом брусе.
50. Что происходит с производительностью пресса после начала формирования бруса с отверстиями. Дайте развернутый ответ.
51. Нарисуйте схему распределения давления в формируемой массе при ее прохождении через ленточный пресс. Дайте развернутый ответ.

Раздел 2. Контрольная работа №3 содержит 2 вопроса. 6 семестр.

Максимальная оценка – 20 баллов.

Контрольный вопрос 3.1. Максимальная оценка – 10 баллов.

- 1 Как деформируется формовочная масса при ее прохождении через головку и мундштук. Дайте развернутый ответ.
- 2 Безвакуумный ленточный пресс. Конструкция корпуса.
- 3 Безвакуумный ленточный пресс. Траектория массы (элементы конструкции), через которые проходит материал.
- 4 Что позволяет сделать конструкция корпуса в безвакуумном прессе. Когда применяют безвакуумные прессы?
- 5 Воздух в пластичной массе и процесс его удаления из пластичной массы.

- 6 Какой вид имеет формовочная масса после вакуумирования? Как с ней далее поступают? Дайте развернутый ответ.
- 7 Почему воздух в пластичной массе называют иногда отощителем? Дайте развернутый ответ.
- 8 К чему может приводить большое содержание газа в формовочной массе?
- 9 Воздух в формовочной массе, образование полостей и трещин?
- 10 Вакуумный ленточный пресс. Уровень разряжения.
- 11 Что делают с формовочной массой для облегчения удаления из нее воздуха? Что ограничивает минимальный размер «макаронин» и слоев формовочной массы? Дайте развернутый ответ.
- 12 Как происходит удаление воздуха из массы в вакуумном ленточном прессе?
- 13 Элементы конструкции и принцип работы водокольцевого вакуумного насоса.
- 14 Достоинства и недостатки водокольцевого насоса.
- 15 Достоинства и недостатки вакуумных масляных насосов.
- 16 Элементы конструкции и принцип работы вакуумного масляного насоса.
- 17 Требования к маслу вакуумного насоса.
- 18 Как работает вакуумный масляный насос?
- 19 Вакуумные пластинчато-роторные насосы. Как они работают?
- 20 Вакуумные пластинчато-роторные насосы. Конструкции.
- 21 Почему масляные вакуумные насосы оказывают энергетические более эффективными, чем водокольцевые? Почему все-таки водокольцевые используют?
- 22 Недостатки вакуумных насосов.
- 23 Траектория массы (и элементы конструкции) в одновальном вакуумном ленточном прессе.
- 24 Траектория массы (и элементы конструкции) в двухвальном вакуумном ленточном прессе.
- 25 Вакуумирование в одновальном вакуумном ленточном прессе
- 26 Как удаляется воздух одновальном вакуумном ленточном прессе.
- 27 Как удаляется воздух в двухвальном вакуумном ленточном прессе.
- 28 Почему в двухвальном вакуумном прессе вакуумирование идет более эффективно, чем в одновальном? Какие проблемы при этом могут возникнуть в двухвальном прессе? Дайте развернутый ответ.
- 29 Какие элементы одновального вакуумного пресса находятся под вакуумом?
- 30 Какие элементы двухвального вакуумного пресса находятся под вакуумом?
- 31 Напишите, как происходит сохранение вакуума в двухвальном вакуумном прессе, и какие элементы его структуры находятся под вакуумом? Какие дополнительные меры необходимо предпринимать для сохранения вакуума, по сравнению с одновальными прессами?
- 32 Какие преимущества имеют пресс-агрегаты по сравнению с обычными вакуумными двухвальными прессами?
- 33 Какими дополнительными устройствами снабжены пресс-агрегаты и где они расположены?
- 34 Траектория перемещения массы в пресс-агрегате с одновальным смесителем.
- 35 Траектория перемещения массы в пресс-агрегате с двухвальным смесителем.
- 36 Достоинства и недостатки пресс-агрегатов.
- 37 Чем и почему массомялки отличаются от обычных двухвальных прессов?
- 38 После какого агрегата обычно ставят мяссомялку и почему?
- 39 Траектория перемещения массы в массомялке.
- 40 Перечислите виды брака, возникающие при формовании на вакуумном ленточном прессе.
- 41 Дефект формования на вакуумном ленточном «Драконов зуб». Его причины и методы устранения?

- 42 Дефект формования на вакуумном ленточном «Брус неполного сечения». Его причины и методы устранения?
- 43 Дефект формования на вакуумном ленточном «S-образная трещина». Его причины и методы устранения?
- 44 Дефект формования на вакуумном ленточном «Отверстие в центре бруса». Его причины и методы устранения?
- 45 Дефект формования на вакуумном ленточном «Свилеобразные трещины в сечении бруса». Его причины и методы устранения?
- 46 От каких дефектов экструзии и почему эффективно помогает установка дополнительного кольца с ножами между цилиндром и конусной частью головки?
- 47 Какие виды брака возникают при формовании многоцелевого кирпича? Какие виды брака не возникают по сравнению с формованием полнотелого кирпича?
- 48 Причины расширения многоцелевого бруса при экструзии и методы его устранения?
- 49 Поршневые пресса экструдеры
- 50 Поршневые пресса экструдеры для термопластичных масс.
- 51 Формование экструзией нагревательных керамических элементов с подогревом и без

Контрольный вопрос 3.2. Максимальная оценка – 10 баллов

1. Причины вогнутости многоцелевого бруса при экструзии и методы его устранения?
2. Почему в трубных прессах трубы размером до 300 мм формуют на горизонтальных и вертикальных прессах, в более 300мм – только на вертикальном. Дайте развернутый ответ.
3. Перечислите стадии формования керамической трубы на трубном вертикальном прессе.
4. Достоинства и недостатки формования канализационных труб на вертикальных и горизонтальных прессах.
5. Как осуществляют формование раструба и трубы в трубном прессе?
6. Для чего служит раструб и как сейчас соединяют между собой канализационные трубы?
7. Как проводят отрезание отформованной трубы снизу и сверху? Дайте развернутый ответ.
8. Траектория формовочной массы в трубном прессе.
9. Шестеренчатый пресс для пластического формования. Какие изделия на нем формуют?
10. Траектория формовочной массы в шестеренчатом прессе.
11. Заготовки каких изделий формуют на шестеренчатом прессе, и как устроена пресс-форма для этого формования?
12. Предусмотрено ли вакуумирование в шестеренчатом прессе и, если да, то где его проводят?
13. Какие 3 системы имеются в резательных станках, разрезающих выходящий из мундштука брус?
14. Какие принципы используют в резательных станках для реза перемещающегося бруса, чтобы обеспечить прямой разрез?
15. Работа пласторезки.
16. Укажите достоинства формования роликовым шаблоном по сравнению с плоским шаблоном.
17. Зачем подогревают металлический ролик для формования методом раскатки?
18. Какие материалы применяют для изготовления роликов при раскатке и как они работают?

19. Какие материалы применяют для изготовления форм при раскатке и как они работают? Какие, в основном, применяют сейчас и почему?
20. Полуавтомат АСФ-07 для формования заготовок тарелок.
21. Назовите операции, которые выполняет полуавтомат АСФ-07 для формования заготовок.
22. Процессы, происходящие в массе при формовании роликом на линии «Сервиз».
23. Виды брака при раскатке. Причины брака и способы их устранения.
24. Брак при раскатке. «Лизун» и способы его устранения.
25. Брак при раскатке. «Недоформованность заготовки» и способы его устранения.
26. Брак при раскатке. «Борозды и царапины» и способы его устранения.
27. Брак при раскатке. «Острый край» и способы его устранения.
28. Брак при раскатке. «Шероховатая или волнистая поверхность» и способы его устранения.
29. Как выталкивают изделие на прессе Самарина?
30. Как осуществляется съем прессовки на прессе Самарина и на прессе для прессования черепицы?
31. Как выталкивается заготовка из формы в прессе Самарина?
32. Пластичная масса для допрессовки несжимаема. Куда удаляют избытки массы при прессовании на прессе Самарина?
33. Почему для формования пластических масс применяют эксцентриковый механизм?
34. Происходит ли уплотнение сырца при прессовании на прессе Самарина? Что остается постоянным: масса, объем или форма изделия?
35. Какой прессующий механизм на прессе Самарина и прессе для прессования черепицы?
36. Обратное прошивное прессование (экструзия)
37. Контроль температуры в фильтре при термопластичном прошивном прессовании (экструзии)
38. Причины появления дефектов при экструзии
39. Способ определения пластичности глинистых материалов
40. Сравните поршневой пресс-экструдер и ленточный пресс-экструдер
41. Влажность глинистых масс при экструзии (масс%, об.%)
42. Сравните пресса-экструдеры с прерывистым и сплошным винтом
43. За счет чего формируется отверстие трубы на прессе-экструдере
44. Причины возникновения внутренних напряжений при формовании заготовок на прессе-экструдере.
45. На каких агрегатах при формовании заготовок применяют вакуумирование?
46. Влажность пластичной массы для раскатки тарелок
47. Оборудование для пластичного формования методом раскатки
48. Агрегат, который находится в технологической линии для производства кирпичей перед допрессовочным прессом Самарина
49. Дефекты заготовок тарелок при формовании методом раскатки
50. Особенности формования трубчатых нагревателей методом экструзии нагревательных элементов из карбида кремния и хромита лантана. В чем отличие в оборудовании для реализации процессов?

Раздел 3. Контрольная работа № 4 содержит 2 вопроса. 7 семестр.

Максимальная оценка – 20 баллов.

Контрольный вопрос № 4.1. Максимальная оценка за вопрос – 10 баллов.

1. Принцип работы коленорычажного механизма.
2. Кривая прессования. Почему коленорычажные прессы экономичны?
3. Как регулируют давление прессования в коленорычажном прессе и прессе с гидравлическим регулированием давления?

4. Основные элементы конструкции коленорычажного пресса.
5. Как организуют паузы (ступенчатость) при прессовании на коленорычажных прессах?
6. Схема передачи усилия на коленорычажных прессах ПК-630 и СМ-1085.
7. Отличие в коленорычажных прессах ПК-630 от пресса СМ-1085.
8. Как реализуют двухстороннее прессование на коленорычажных прессах ПК-630 и СМ-1085?
9. Назовите траекторию (элементы конструкции) передачи усилия в прессе СМ-1085.
10. Как регулируют число ударов на коленорычажном прессе.
11. Как осуществляют двухстороннее прессование на ПК-630 и СМ-1085?
12. Достоинства и недостатки пресса коленорычажного СМ-1085.
13. Какие функции выполняет каретка на прессе коленорычажном прессе СМ-301? Какой механизм перемещает каретку?
14. Схема передачи усилия в коленорычажном прессе СМ-301.
15. Зачем нужна система гидравлического регулирования давления в коленорычажных прессах? Принимает она участие в выталкивании заготовки?
16. Что делает нижний штамп в сдвоенном коленорычажном прессе СМ-301? Дайте развернутый ответ.
17. Как образуются паузы в сдвоенном коленорычажном прессе СМ-301?
18. Достоинства и недостатки сдвоенного пресса СМ-301?
19. Как реализуют двухстороннее прессование в сдвоенном коленорычажном прессе СМ-301?
20. Как образуются паузы в прессовании на коленорычажных прессах с системой гидравлического регулирования?
21. Достоинства и недостатки изготовления изделий методом горячего прессования.
22. Технические проблемы, сдерживающие конструирование установок для горячего прессования.
23. Принципы горячего изостатического прессования.
24. Как готовят заготовку для прессования и уплотнения в газостате?
25. Достоинства и недостатки квазиизостатического прессования.
26. Почему квазиизостатическое прессования мало используют?
27. Как регулируется плотность сырца во всех видах прессов?
28. Реализация двухстороннего прессования в различных видах прессов?
29. При каких видах прессования применяют вакуумирование?
30. Назовите достоинства и недостатки фрикционных прессов.
31. Как регулируют плотность прессовки на фрикционных прессах?
32. Режимы прессования на фрикционных прессов для изготовления заготовок огнеупорных изделий высокой плотности.
33. Как осуществляют двухстороннее прессование и выталкивание изделий на фрикционном прессе?
34. Для чего предназначен пневмоцилиндр под нижним штампом на прессе 4КФ-200 и на прессе ПК-630?
35. Назовите достоинства и недостатки гидравлических прессов. Области их применения.
36. Укажите типы аккумуляторов для гидравлических прессов. Зачем их применяют?
37. Обоснуйте преимущества двухступенчатого прессования на гидравлических прессах?
38. Какую выгоду дает двухступенчатое прессование в гидравлических прессах, кроме улучшения прессуемости?
39. Как вычислить давление прессования на гидравлическом прессе, если известно давление в системе и площадь поршня?

40. Пути повышения экономичности (приближения к работе прессования) на гидравлических прессах.
41. Мультипликатор дает малый объем жидкости высокого давления. Почему этого объема достаточно для перемещения поршня главного цилиндра. Дайте развернутый ответ.
42. Установка холодного изостатического прессования. Разновидности. Предназначение. Материал форм.
43. Установка горячего изостатического прессования. Материал форм. Изделия.
44. Какие элементы структуры пресса обычно обеспечивают движение каретки в коленорычажных прессах?
45. Установка для получения материалов методом «холодного спекания»?
46. Перечислите все стадии прессования на гидравлическом прессе с вращающимся столом.
47. Приведите пример режима вибропрессования (вибрации, приложение давления, амплитуда, частота)
48. Фрикционные пресса, принцип работы, режимы прессования и предназначение.
49. . Сравните достоинства и недостатки гидравлических прессов и коленорычажных прессов.
50. Виды прессов экструзии. Ленточный пресс и поршневой.
51. Достоинства и недостатки вибропрессования.
52. Горячее прессование. Установка горячего изостатического прессования.
53. Сравните гидростатическое и изостатическое прессование

Контрольный вопрос № 4.2. Максимальная оценка за вопрос – 10 баллов.

1. Перечислите все стадии прессования на гидравлическом прессе с вращающимся столом.
2. Укажите достоинства и недостатки гидравлических прессов с вращающимся столом.
3. Храповой механизм поворота стола.
4. Режимы многоступенчатого прессования на гидравлическом прессе?
5. Достоинства и недостатки фрикционных прессов. Области их применения.
6. Основные типы конструкций фрикционных прессов.
7. Назовите основные детали фрикционных прессов.
8. Схема передачи усилия во фрикционных прессах.
9. Фрикционные прессы – предназначение и конструкция.
10. Что предусмотрено во фрикционном прессе для увеличения хода верхнего штампа?
11. Сравните фрикционный пресс и коленорычажный .
12. Достоинства и недостатки пресса с дугостаторным двигателем.
13. Как регулируют давление прессования в коленорычажных прессах
14. Как регулируют давление прессования в гидравлических прессах
15. Как регулируют давление прессования и во фрикционных прессах?
16. Как регулируют давление прессования в установках изостатического прессования?
17. Как проводят двухстороннее прессование во фрикционном прессе. Опишите, как оно действует?
18. Способы повышения производительности гидравлических прессов.
19. Гидравлический пресс с расположением главного цилиндра сверху и снизу.
20. Зеркальные пресс-формы для прессования плиток.
21. Операции, которые выполняет каретка, если она имеется на прессе?
22. Операции, которые чаще всего выполняет верхний штамп в различных прессах.
23. Операции, которые чаще всего выполняет нижний штамп в различных прессах.
24. Последовательность операций при изостатическом прессовании.

25. Дефекты заготовок при изостатическом прессовании.
 26. Требования к зернистости масс при изостатическом прессовании.
 27. Уплотнение нанопорошков при изостатическом прессовании.
 28. Достоинства и недостатки вибрационного прессования.
 29. Режимы приложения давления при вибропрессовании.
 30. Достоинства и недостатки вибропрессования.
 31. Вибропрессование масс с термопластичным связующим.
 32. Перечислите операции, которые проводятся при гидростатическом прессовании.
 33. Материалы форм, применяемые при гидростатическом прессовании.
 34. Приготовление формовочной массы при гидростатическом прессовании.
 35. Гидростатическое прессование по «мокрому методу».
 36. Почему при прессовании на гидростатическом прессе используют меньшее давление, чем при одноосном прессовании?
 37. Гидростатическое прессование по «сухому методу».
 38. Принципы горячего прессования.
 39. Процессы, проходящие при горячем прессовании в пресс-формах.
 40. Материалы, применяемые для изготовления пресс-форм при горячем прессовании.
- Дайте развернутый ответ.
41. Проблемы, сдерживающие применение горячего прессования?
 42. Достоинства и недостатки изготовления изделий методом горячего прессования.
 43. Технические проблемы, сдерживающие конструирование установок для горячего прессования.
 44. Принципы горячего изостатического прессования.
 45. Как готовят заготовку для прессования и уплотнения в газостате?
 46. Достоинства и недостатки квазиизостатического прессования.
 47. Почему квазиизостатическое прессования мало используют?
 48. Как регулируется плотность сырца во всех видах прессов?
 49. Реализация двухстороннего прессования в различных видах прессов?
 50. При каких видах прессования применяют вакуумирование?

Раздел 3 и 4. Контрольная работа 5. 7 семестр.

Контрольный вопрос № 5.1. Максимальная оценка за вопрос – 10 баллов.

1. Какие операции необходимо произвести при водном литье?
2. Назовите методы и способы литья из водных шликеров. В чем их отличия, недостатки, достоинства?
3. Сформулируйте требования к водным шликерам для литья.
4. Объясните, почему при формовании методом литья заготовки сохраняют форму тела вращения после сушки и обжига?
5. Нарисуйте структурно-технологическую схему формования методом водного литья.
6. Сформулируйте требования к формам для литья из водных шликеров.
7. Назовите достоинства и недостатки полимерных, металлических и керамических форм для литья.
8. Какие основные требования закладывали конструкторы при создании конвейерных линий для литья?
9. Достоинства и недостатки одноэтажных и двухэтажных конвейеров?
10. Какие операции выполняют на двухэтажном конвейере и на одноэтажном конвейере?
11. Сравните основные достоинства и недостатки ручных стандов, механизированных стандов и конвейеров.
12. Как удаляют избыток шликера на конвейерах для водного литья?

13. Какие преимущества имеет литье на механизированном стенде, по сравнению с конвейерным?
14. Какие операции выполняются на механизированном стенде?
15. Составьте структурно-технологическую схему формования методом горячего литья.
16. Перечислите требования к горячим шликерам. Зачем при горячем литье применяют ПАВ?
17. Опишите процесс приготовления шликера для горячего литья. Какие операции должна выполнять машина для горячего литья?
18. Какие самые основные виды дефектов возможны при горячем литье? С чем они связаны?
19. Почему перешли от однобачковых машин к двухбачковым? Когда выгодно применять однобачковые машины?
20. Опишите траекторию массы (элементы конструкции) при формовании керамической фанеры.
21. Опишите изготовление керамической фанеры на электрофоретической машине.
22. Перечислите методы изготовления керамической фанеры. Почему она не вытеснила плитку?
23. Получение керамической фанеры прессованием. Способ реализации, достоинства и недостатки.
24. Линия для изготовления облицовочных керамических тонкослойных плоских плит больших размеров (Ламина).
25. Методы формования заготовок из полусухих порошков, для изготовления облицовочных керамических тонкослойных плоских плит больших размеров (Ламина).
26. Назовите способы изготовления тонких керамических пленок для технической керамики.
27. Изготовление керамических пленок пластическим методом.
28. Почему пластическим методом нельзя изготовить пленки тоньше 1 мм?
29. Изготовление керамических пленок методом каландрирования.
30. В чем суть рабельного метода изготовления керамических пленок?
31. Сравните рабельный метод и метод каландрирования для изготовления керамических пленок.
32. Составьте структурно-технологическую схему формования изоляторов.
33. Перечислите требования к массе для обточки изоляторов. Усилие резания при обточке изоляторов.
34. Проблемы и способы закрепления заготовки на станке для обточки изоляторов.
35. Перечислите методы формования изоляторов. Какова влажность формуемых масс?
36. Опишите операции при пластическом формовании линейных изоляторов.
37. Особенности прессов для формования заготовок линейных изоляторов.
38. Укажите влажность масс для изготовления изоляторов, формуемых на токарных станках. Чем она определяется?
39. Что делают со стружками при обточке изоляторов? Дайте развернутый ответ.
40. Варианты возвращения стружки на стадию приготовления шликера по сравнению с возвратом на финишную стадию приготовления пластической массы?
41. Какие основные виды дефектов возможны при формовании изоляторов на токарных станках? С чем они связаны?
42. В чем достоинства петлевых резцов?
43. Формование электроизоляторов методом пластического формования. Дайте развернутый ответ.
44. Достоинства и недостатки формования электроизоляторов методом пластического формования. Дайте развернутый ответ.
45. Какие способы мокрого глазурирования (шликер) Вы знаете?

46. Достоинства и недостатки различных методов мокрого глазурования.
47. Назовите способы сухого глазурования.
48. Достоинства и недостатки различных методов сухого глазурования.
49. Достоинства и недостатки сухих и мокрых методов глазурования.
50. Электростатические методы глазурования.
51. Тенденции совершенствования методов глазурования.
52. Основные методы нанесения рисунков на керамические заготовки.

Контрольный вопрос № 5.2. Максимальная оценка за вопрос – 10 баллов

1. Что такое ТЭО?
2. Что такое «Генеральный проектировщик»?
3. Что такое «Генеральный подрядчик»?
4. Выбор места для строительства.
5. Какие параметры необходимо учитывать при выборе площадки для строительства?
6. Кто готовит материалы для выбора площадки для строительства?
7. Что входит в комплекс работ по выбору площадки для строительства?
8. Что входит в предпроектные работы?
9. Что указывают в задании на проектирование?
10. Почему лучше приобретать комплект оборудования, а не отдельные виды оборудования? Дайте развернутый ответ.
11. Примерный состав проекта промышленного предприятия, отдельного цеха, объекта. Перечислите входящие в него разделы.
12. Какие факторы учитывают при выборе площадки для строительства?
13. В чем особенность строительства в сложных геологических условиях?
14. Что указывают в задании на проектирование?
15. Примерный состав проекта промышленного предприятия, отдельного цеха, объекта. Перечислите входящие в него разделы.
16. Что входит в раздел «Генеральный план и транспорт»?
17. Раздел проекта «Технологические решения».
18. Раздел проекта «Охрана окружающей среды».
19. Раздел проекта «Архитектурно-строительные решения».
20. Раздел проекта «Специальное оборудование, сети и системы».
21. Раздел проекта «Специально-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций».
22. Раздел проекта «Управление производством и предприятием».
23. Раздел проекта «Организация и условия труда работников».
24. Раздел проекта «Сметная документация».
25. Раздел проекта «Эффективность инвестиций».
26. Восстановление (рекультивация) нарушенных земель. В какой раздел проекта оно входит?
27. Мероприятия по охране окружающей среды, обычно применяемые при проектировании керамических заводов.
28. В какие разделы входят «Технология производства, обеспечение энергоресурсами и защита окружающей среды»?
29. Технология производства. В какую часть проекта она входит?
30. Какая организация и какие специалисты обычно разрабатывают раздел «Технология производства, обеспечение энергоресурсами и защита окружающей среды»?
31. Автоматизация технологических процессов. В какой раздел проекта она входит?
32. Какими принципами и документами должен руководствоваться специалист-проектировщик в своей работе?
33. Что должен особо учитывать специалист-технолог при проектировании?
34. Что должно быть предусмотрено в создаваемых проектах?

35. Проблема использования новых не опробованных технологических решений.
36. Что вы выберете: новую не совсем отработанную технологию или отработанную, но не самую новую? Дайте развернутый ответ.
37. За что несут ответственность проектная организация и ее должностные лица?
38. Применение сетевых графиков при проектировании и строительстве.
39. Требования соблюдения ЕСКД, ЕСТД и др. при проектировании.
40. Как осуществляют выбор необходимого количества оборудования?
41. Виды потерь при производстве.
42. Возвратные потери и их учет.
43. Размещение оборудования в цехе.
44. Использование воды в производстве керамических изделий. Меры по охране окружающей среды.
45. Достоинства и недостатки одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий.
46. Достоинства и недостатки использования типовых решений.
47. Что включает в себя список использованной литературы?
48. Что включает в себя описание технологического процесса?
49. Исходные данные для проектирования.
50. Проектирование предприятия с нуля и проектирование нового цеха на действующем заводе

Раздел 4. Контрольная работа 6. 7 семестр.

Контрольный вопрос № 6.1. Максимальная оценка за вопрос – 10 баллов

1. Определите годовой фонд рабочего времени при непрерывном производстве.
2. Какие агрегаты на керамическом предприятии работают непрерывно.
3. В каком случае весь керамический завод может работать в две смены? Дайте развернутый ответ.
4. Отделение прессования работает в три смены по 8 ч по пять дней в неделю. Принять 9 праздничных дней и 52 – количество суббот и воскресений. Определите годовой фонд рабочего времени.
5. Отделение прессования работает в две смены по 8 ч по пять дней в неделю. Принять 9 праздничных дней и 52 – количество суббот и воскресений. Определите годовой фонд рабочего времени.
6. Отделение прессования работает в одну смену (8 ч) по пять дней в неделю. Принять 9 праздничных дней и 52 – количество суббот и воскресений. Определите годовой фонд рабочего времени.
7. Коэффициент использования оборудования.
8. Учет влажности и содержания связующего в материальном балансе.
9. В каких керамических производствах возможно влияние времени года на качество продукции? С чем это связано. Дайте развернутый ответ.
10. Что такое возвратные и безвозвратные потери?
11. Как используют возвратные потери в производстве электроизоляторов и кирпича? На какую стадию и почему их возвращают?
12. Последовательность расчета материального баланса.
13. Что входит в описание основного типа оборудования?
14. Что надо знать для правильного размещения оборудования?
15. Что входит в описание работы машины?
16. Какое расстояние берут между продольными разбивочными осями?
17. Что включает в себя описание исходного сырья?
18. Что включает в себя описание требований к готовым изделиям?
19. Что такое формообразующая оснастка для данного изделия?
20. Выбор марки и количества устанавливаемого оборудования.
21. Что указывается в задании на курсовое и дипломное проектирование?

22. Структурно-технологическая схема (СТС).
23. В каких масштабах вычерчивают планы и разрезы?
24. Перечислите типовые объекты для проектирования в курсовом проекте.
25. Исходные данные для проведения технологических расчетов.
26. Структурно-аппаратурная схема (САС).
27. Что понимают под нормативами расходов на единицу выпускаемой продукции вспомогательных и специальных материалов?
28. Где брать данные по массе и размерам готовых изделий и полуфабриката?
29. Что включает в себя описание спецификации чертежей графической части?
30. Аппаратурная или технологическая (операционная) схема производства.
31. Что должен содержать курсовой проект?
32. Содержание пояснительной записки.
33. Как считают фонд рабочего времени участка?
34. Где брать данные по производительности оборудования?
35. Что входит в строительную часть проекта.
36. Содержание пояснительной записки.
37. Последовательность расчета материального баланса, если в проекте задано количество (число единиц) оборудования.
38. Что включает в себя расчетная часть?
39. Особенность учета возвратных потерь.
40. Описание видов брака.
41. Зачем необходимо описание видов брака? Как его используют?
42. Как рассчитывают сменные или суточные (при непрерывном цикле производства) и часовые количества материалов в материальном балансе?
43. Как рассчитывают фактический коэффициент использования оборудования? Какую величину он обычно имеет?
44. Что включает в себя расчетная часть?
45. Что включает в себя описание устройства и работы основного агрегата?
46. Объемная производительность для машин циклического действия.
47. Что включает в себя описание и расчет основных размеров формообразующей оснастки для данного изделия?
48. Где берут данные по нормативам потерь на всех стадиях производства?
49. Что включает в себя описание требований к исходному сырью?
50. Что понимают под расчетом материального баланса в штучном исчислении и в массовом?

Контрольный вопрос № 6.2. Максимальная оценка за вопрос – 10 баллов.

1. Как экспериментально определяют массу глазури, приходящейся на одно изделие (плитка, хозяйственный фарфор и фаянс)?
2. Исходные данные для проектирования.
3. Последовательность расчета количества основного и вспомогательного оборудования.
4. Объемная производительность для машин непрерывного действия.
5. Что включает в себя описание возможных видов брака, возникающих на данном оборудовании?
6. Точность расчетов (количество значащих цифр) определяется погрешностью измерения нормативных потерь.
7. Как определяют количество вспомогательного оборудования?
8. Что включает в себя описание возможных видов брака, возникающих на данном оборудовании?
9. Расчет материального баланса.

10. Подобрать (и обосновать) оборудование для МЗЦ получения шликера из глин и каолинов с использованием комбинированной дробилки с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
11. Сравнение (и обоснование) способов производства кирпича с применением полусухого прессования и пластического формования с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
12. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы изготовления чашек на линии «Сервиз», включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
13. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения керамических изделий с использованием горизонтального гранулятора (на примере фирмы «Vomm») с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов. Сравните с распылительными сушилками.
14. Предложите (и обоснуйте) схемы с использованием устройств для сухого выделения тонких (пылевых) фракций из воздушного потока с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
15. Составить (и обосновать) аппаратурную схему производства шамотных огнеупоров пластическим методом с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
16. Автоматическая линия для приготовления шликера из массы для керамических плиток с использованием роторной струйной мельницы с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
17. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения ступенчатого зернового состава с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
18. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения глиняного кирпича пластическим методом с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
19. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения облицовочных плиток, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
20. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения санитарно-строительной керамики (унитазы), включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
21. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения фарфоровых тарелок методом пластического формования с использованием АСФ-07, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
22. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения фарфоровых тарелок методом полусухого прессования, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
23. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения канализационных труб пластическим методом, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
24. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения электроизоляторов методом обточки, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
25. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения изделий методом парафинового литья, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

26. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения шамотных огнеупоров полусухим прессованием с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
27. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения шамотных огнеупоров пластическим методом с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
28. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения глиняного кирпича полусухим способом с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
29. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения многослойных конденсаторов, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов. Методы формования тонких керамических пленок.
30. Подобрать (и обосновать) оборудование для МЗЦ приготовления пластичной массы на основе глины с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
31. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения керамических плиток, включая МЗЦ приготовления глазури, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
32. Подобрать (и обосновать) оборудование для МЗЦ получения порошка при производстве облицовочных плиток с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
33. Подобрать (и обосновать) оборудование для МЗЦ получения плит на линии LAMINA с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
34. Подберите (и обоснуйте) оборудование для производства шамотных изделий с применением фрикционного пресса с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
35. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения санитарно-строительной керамики с использованием литья под давлением, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов. Достоинства и недостатки этого способа.
36. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения «керамической фанеры», включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
37. Предложите (и обоснуйте) схему формования плоских изделий (хозяйственный фарфор и фаянс) с использованием полуавтомата АСФ-07, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
38. Предложите (и обоснуйте) схему с использованием гидрокласификатора (вертикальный классификатор с восходящим потоком жидкости, многокамерная гидрокласификационная установка) с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
39. Предложите (и обоснуйте) схему получения керамических изделий с использованием газостатического прессования с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
40. Предложите (и обоснуйте) схему сливного литья полых тонкокерамических изделий с использованием карусельной машины с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
41. Предложите (и обоснуйте) схемы использования комбинированного зернистого фильтра, вихревого пылеуловителя с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

42. Составить (и обосновать) аппаратную схему получения шамотных огнеупоров с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
43. Предложите (и обоснуйте) схему с использованием фильтр-пресса для обезвоживания керамических шликеров с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
44. Предложите (и обоснуйте) схему с использованием мембранного фильтр-пресса для производства фарфоровых чашек с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
45. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы приготовления пластичной тонкокерамической массы с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
46. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения санитарно-строительных изделий, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
47. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы производства керамических изделий, в которой применяется получение глиняного порошка из кусковой глины, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
48. Подберите (и обоснуйте) оборудование для производства шамотных кирпичей с применением колено-рычажных прессов ПК-630 (СМ-1085) с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов. Устройство и работа прессов.
49. Подберите (и обоснуйте) оборудование для схемы получения канализационных труб методом гидростатического прессования, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
50. Составить (и обосновать) аппаратную схему получения линейных электроизоляторов методом пластического прессования, включая МЗЦ (без обточки), с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен, 7 семестр – курсовой проект).

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – экзамен).

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

Вопрос №1. Максимальная оценка – 14 баллов. 6 семестр.

1. Линия для пластического формования тарелок и чашек «Сервиз», включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
2. Подобрать (и обосновать) оборудование для МЗЦ получения шликера из глин и каолинов с использованием комбинированной дробилки с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
3. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы изготовления чашек на линии

Предложите (и обоснуйте) схемы с использованием устройств для сухого выделения тонких (пылевых) фракций из воздушного потока с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

4. Составить (и обосновать) аппаратурную схему производства шамотных огнеупоров методом полусухого прессования с использованием коленорычажного пресса СМ-1085 (указать основное технологическое оборудование, транспортные, дозирующие устройства, сепараторы).

5. Составить (и обосновать) аппаратурную схему производства шамотных огнеупоров сложной формы пластическим методом с использованием фрикционного пресса (указать основное технологическое оборудование, транспортные, дозирующие устройства, сепараторы).

6. Автоматическая линия для приготовления шликера из массы для керамических плиток с использованием роторной струйной мельницы с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

7. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения глиняного кирпича пластическим методом с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

8. Составить (и обосновать) аппаратурную схему производства глиняного кирпича методом полусухого прессования с использованием для стержневой мельницы и коленорычажного пресса (указать основное технологическое оборудование, транспортные, дозирующие устройства, сепараторы).

9. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения облицовочных плиток, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

10. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения санитарно-строительной керамики (унитазы), включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

11. Подобрать (и обосновать) оборудование для МЗЦ получения шликера из глин и каолинов с использованием комбинированной дробилки с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

12. Сравнение (и обоснование) способов производства кирпича с применением полусухого прессования и пластического формования с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

13. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы изготовления чашек на линии пластического формования «Сервиз», включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

14. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения керамических изделий с использованием горизонтального гранулятора (на примере фирмы «Vomm») с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов. Сравните с распылительными сушилами.

15. Предложите (и обоснуйте) схемы с использованием устройств для сухого выделения тонких (пылевых) фракций из воздушного потока с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

16. Составить (и обосновать) аппаратурную схему производства шамотных огнеупоров пластическим методом с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

17. Автоматическая линия для приготовления шликера из массы для керамических плиток с использованием роторной струйной мельницы с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

18. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения ступенчатого зернового состава с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

19. Составить (и обосновать) аппаратную схему получения глиняного кирпича пластическим методом с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
20. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения облицовочных плиток, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
21. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения санитарно-строительной керамики (унитазы), включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
22. Составить (и обосновать) аппаратную схему получения фарфоровых тарелок методом пластического формования с использованием АСФ-07, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
23. Составить (и обосновать) аппаратную схему получения фарфоровых тарелок методом полусухого прессования, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
24. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения канализационных труб пластическим методом, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
25. Составить (и обосновать) аппаратную схему получения электроизоляторов методом обточки, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
26. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения изделий методом парафинового литья, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
27. Составить (и обосновать) аппаратную схему получения шамотных огнеупоров полусухим прессованием с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
28. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения шамотных огнеупоров пластическим методом с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
29. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения глиняного кирпича полусухим способом с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
30. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения многослойных конденсаторов, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов. Методы формования тонких керамических пленок.
31. Подобрать (и обосновать) оборудование для МЗЦ приготовления пластичной массы на основе глины с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
32. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения керамических плиток, включая МЗЦ приготовления глазури, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
33. Подобрать (и обосновать) оборудование для МЗЦ получения порошка при производстве облицовочных плиток с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
34. Подобрать (и обосновать) оборудование для МЗЦ получения тонких крупногабаритных облицовочных плит на линии LAMINA с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

35. Подберите (и обоснуйте) оборудование для производства шамотных изделий с применением фрикционного пресса с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
36. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения санитарно-строительной керамики с использованием литья под давлением, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов. Достоинства и недостатки этого способа.
37. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения «керамической фанеры», включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
38. Предложите (и обоснуйте) схему формования плоских изделий (хозяйственный фарфор и фаянс) с использованием полуавтомата АСФ-07, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
39. Предложите (и обоснуйте) схему с использованием гидрокласификатора (вертикальный классификатор с восходящим потоком жидкости, многокамерная гидрокласификационная установка) с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
40. Предложите (и обоснуйте) схему получения керамических изделий с использованием газостатического прессования с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
41. Предложите (и обоснуйте) схему сливного литья полых тонкокерамических изделий с использованием карусельной машины с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
42. Предложите (и обоснуйте) схемы использования комбинированного зернистого фильтра, вихревого пылеуловителя с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
43. Составить (и обосновать) аппаратурную схему получения шамотных огнеупоров с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
44. Предложите (и обоснуйте) схему с использованием фильтр-пресса для обезвоживания керамических шликеров с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
45. Предложите (и обоснуйте) схему с использованием мембранного фильтр-пресса для производства фарфоровых чашек с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
46. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы приготовления пластичной тонко-керамической массы с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
47. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы получения санитарно-строительных изделий, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
48. Подобрать (и обосновать) оборудование для схемы производства керамических изделий, в которой применяется получение глиняного порошка из кусковой глины, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
49. Подберите (и обоснуйте) оборудование для производства шамотных кирпичей с применением коленорычажных прессов ПК-630 (СМ-1085) с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов. Устройство и работа прессов.

50. Подберите (и обоснуйте) оборудование для схемы получения канализационных труб методом гидростатического прессования, включая МЗЦ, с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.
51. Составить (и обосновать) аппаратную схему получения линейных электроизоляторов методом пластического прессования, включая МЗЦ (без обточки), с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.

Вопрос №2. Итоговый контроль. 6 семестр.

Максимальная оценка – 13 баллов

- 1 Валковые дробилки. Принцип работы, основные типы и области применения.
- 2 Сравнительная оценка и области применения прессов с винтовыми лопастями и поршневых прессов (при формовании изделий из пластичных керамических масс).
- 3 Помольные бегуны. Принцип работы, основные варианты конструктивных элементов, особенности применения.
- 4 Вибрационные мельницы. Конструкции, особенности работы, сравнение с шаровыми мельницами периодического действия.
- 5 Двухвальных лопастных смесители с пароувлажнением и без пароувлажнения. Их устройство и назначение.
- 6 Глинорастиратель и глинозапасник. Их устройство и назначение.
- 7 Смесители фирмы Eirich. Их устройство и назначение.
- 8 Сравните смесительные бегуны со скоросмесителем при приготовлении массы для шамотных огнеупоров. Их устройство и назначение.
- 9 Достоинства и недостатки горизонтального лопастного и пропеллерного смесителя для шликера. Использование в качестве смесителя шаровых мельниц.
- 10 Машин для непрерывного распускания глин. Общие элементы конструкций у этих машин.
- 11 Комбинированная дробилка и Мельница-мешалка Сладкова. Их принцип работы и назначение.
- 12 Камерные, камерные и мембранные фильтр-прессы для обезвоживания глинистых масс.
- 13 Принципы, закладываемые конструкторами при создании автоматических фильтр-прессов.
- 14 Червячный, мембранный, а также плунжерный насос с керамическими деталями для перекачивания шликера. насоса.
- 15 Укажите путь массы на технологической схеме БРС. Почему в некоторых конструкциях БРС происходит выравнивание влажности гранул, немного отличающихся по размерам.
- 16 Сушилки кипящего слоя Glatt. Сравните достоинства и недостатки БРС и сушилок в кипящем слое.
- 17 Гранулятор Vomm. Преимущества и недостатки применения грануляторов вместо РС.
- 18 Преимущества и недостатки применения грануляторов вместо РС.
- 19 Назовите основные узлы ленточного пресса и их назначение. Перечислите меры борьбы с проворачиванием и обратными потоками.
- 20 Нарисуйте кривую распределения давления массы по зонам ленточного пресса. Какие Устройства, применяемые для снижения трения о стенки мундштука.\
- 21 Вакуумные presses. Назовите траекторию массы (элементы конструкции) в безвакуумном и вакуумном ленточном прессе.
- 22 Виды воздуха в пластичной массе. Почему воздух в пластичной массе называют иногда отощителем?

- 23 Перечислите виды брака, возникающие при формовании на вакуумном ленточном прессе.
- 24 Шестеренчатый пресс для пластического заготовок.
- 25 Трубный вертикальный пресс. Достоинства и недостатки формования канализационных труб на вертикальных и горизонтальных прессах.
- 26 Насосы для перекачивания керамических шликеров. Насосы с керамическими цилиндром и поршнем.
- 27 Гидростатическое, квазиизостатическое и вибропрессование. Особенности, достоинства и недостатки методов формования.
- 28 Основные особенности процесса формования изделий на ленточных прессах. Виды и причины брака.
- 29 Пневмотранспорт для транспортировки керамических порошков. Их достоинства и недостатки. Контейнерных пневмотранспорт.
- 30 Оборудование для непрерывного распускания глинистых материалов (на примере комбинированной молотковой мельницы и мельницы-мешалки Сладкова).
- 31 Устройство и работа фрикционных прессов.
- 32 Применение и принцип работы литейных конвейеров для литья унитазов.
- 33 Отличительные особенности процессов дробления и помола хрупких материалов и соответствующих машин (классификационные признаки, области применения).
- 34 Устройство и работа четырехколонного гидравлического пресса для производства керамических плиток.
- 35 Требования к порошкам для полусухого прессования и способы их получения. Особенности револьверных и роторных прессов.
- 36 Методы формования заготовок для керамических пленок.
- 37 Линия Ламина для получения больших тонких листов из керамики для облицовки.
- 38 Зеркальные пресс-формы для прессования заготовок керамических плиток.
- 39 Гидростатические пресс-формы для прессования заготовок керамических плиток.
- 40 Отличие коленорычажного пресса ПК-630 от пресса СМ-1085.
- 41 Схема передачи усилия в прессе СМ-1085.
- 42 Как регулируют число ударов на коленорычажном прессе.
- 43 Как осуществляют двухстороннее прессование на коленорычажных прессах ПК-630 и СМ-1085? Установка холодного изостатического прессования. Разновидности. Предназначение. Материал форм.
- 44 Установка горячего изостатического прессования. Материал форм. Изделия.
- 45 Какие элементы структуры пресса обычно обеспечивают движение каретки в коленорычажных прессах?
- 46 Установка для получения материалов методом «холодного спекания»?
- 47 Перечислите все стадии прессования на гидравлическом прессе с вращающимся столом.
- 48 Приведите пример режима вибропрессования (вибрации, приложение давления, амплитуда, частота)
- 49 Фрикционные пресса, принцип работы, режимы прессования и предназначение.
- 50 Сравните достоинства и недостатки гидравлических прессов и коленорычажных прессов.
- 51 Виды прессов экструзии. Ленточный пресс и поршневой.
- 52 Достоинства и недостатки вибропрессования.
- 53 Горячее прессование. Установка горячего изостатического прессования.
- 54 Сравните гидростатическое и изостатическое прессование
- 55 Регулирование давления прессования в коленорычажных, гидравлических и во фрикционных прессах?
- 56 Достоинства и недостатки гидравлических прессов. Достоинства и недостатки гидроцилиндров поршневого и плунжерного типов. Области их применения.

- 57 Вибро-прессование и проблемы его применения
- 58 Гидростатическое прессование по «мокрому методу» и «сухому методу». Их достоинства и недостатки. Достоинства и недостатки квазиизостатического прессования.
- 59 Гидростатическое прессование, горячее и горячее изостатического прессования
- 60 Как регулируется плотность сырца во всех видах прессов?
- 61 Назовите методы и способы литья из водных и парафиновых шликеров.
- 62 Сформулируйте требования к формам для литья из водных шликеров. Применяемые материалы для форм.
- 63 Машины для горячего литья заготовок при парафиновом литье. Основные виды дефектов при горячем литье.
- 64 Опишите изготовление керамической фанеры на электрофоретической машине.
- 65 Перечислите методы изготовления керамической фанеры. Почему она не вытеснила плитку.
- 66 Получение керамической фанеры прессованием. Способ реализации, достоинства и недостатки.
- 67 Назовите способы изготовления керамических пленок для технической керамики.
- 68 В чем суть ракульного метода изготовления керамических пленок?
- 69 Изготовление керамических пленок пластическим методом.
- 70 Почему пластическим методом нельзя изготовить пленки тоньше 1 мм?
- 71 Изготовление керамических пленок методом каландрирования.
- 72 Сравните ракульный метод и метод каландрирования для изготовления керамических пленок.
- 73 Составьте структурно-технологическую схему формования изоляторов.
- 74 Перечислите требования к массе для обточки изоляторов. Формула для усилия резания при обточке изоляторов.
- 75 Проблемы и способы закрепления заготовки на станке для обточки изоляторов.
- 76 Перечислите методы формования изоляторов. Какова влажность формируемых масс?
- 77 Опишите операции при пластическом формовании линейных изоляторов.
- 78 Достоинства и недостатки возвращения стружки на стадию приготовления шликера по сравнению с их возврата на финишную стадию приготовления пластической массы?
- 79 Методы обточки изоляторов. Основные виды дефектов при формовании изоляторов на токарных станках. С чем они связаны?
- 80 Какие способы мокрого глазурирования (шликер) Вы знаете?
- 81 Достоинства и недостатки сухих и мокрых методов глазурирования. Электростатические методы глазурирования.
- 82 Основные методы нанесения рисунков на керамические заготовки.

Вопрос №3. Итоговый контроль. 6 семестр.

Максимальная оценка – 13 баллов

1. Объясните понятие цены потребления оборудования. Какую долю от нее составляет отпускная цена?
2. Как рассчитывается производительность непрерывно работающего оборудования? Годовая производительность.
3. Перечислите технические параметры, учитываемые при оценке
4. Назовите экономические параметры, учитываемые при оценке конкурентоспособности оборудования.
5. Как рассчитать производительность агрегата периодического действия? Годовая производительность.
6. Виды организационных параметров (условия продажи), применяемые при оценке конкурентоспособности агрегата.
7. Назовите параметры надежности, учитываемые при оценке конкурентоспособности.

8. Что входит в нормативные параметры при оценке конкурентоспособности.
9. Единичный и групповой показатели. Вычисление показателя конкурентоспособности.
10. Параметры назначения при оценке конкурентоспособности?
11. Эстетические параметры при оценке конкурентоспособности машины.
12. Эргономические параметры при оценке конкурентоспособности.
13. Организационные параметры.
14. Структура цены потребления.
15. Как вычисляют единичные параметры? В чем особенность вычисления группового показателя для нормативных параметров?
16. Метод экспертных оценок при выборе оборудования. Его достоинства и недостатки.
17. Производительность для машин непрерывного и периодического действия.
18. Организационные параметры. К чему приводит их нарушение.
19. Долговечность машин.
20. Безотказность машины.
21. Что такое ТЭО?
22. Что такое «Генеральный подрядчик»?
23. Какие параметры необходимо учитывать при выборе площадки для строительства?
24. Что входит в комплекс работ по выбору площадки для строительства?
25. Что указывают в задании на проектирование?
26. Что входит в раздел «Генеральный план и транспорт»?
27. Восстановление (рекультивация) нарушенных земель. В какой раздел проекта оно входит?
28. Определите годовой фонд рабочего времени при непрерывном производстве.
29. Какие разделы должен включать курсовой проект?
30. Мероприятия по охране окружающей среды, обычно применяемые при проектировании керамических заводов.
31. Отделение прессования работает в две смены по 8 ч по пять дней в неделю. Принять 9 праздничных дней и 52 – количество суббот и воскресений. Определите годовой фонд рабочего времени.
32. Отделение прессования работает в одну смену по 8 ч по пять дней в неделю. Принять 9 праздничных дней и 52 – количество суббот и воскресений. Определите годовой фонд рабочего времени.
33. Отделение прессования работает в три смены по 8 ч по пять дней в неделю. Принять 9 праздничных дней и 52 – количество суббот и воскресений. Определите годовой фонд рабочего времени.
34. Факторы, которые должен особо учитывать специалист-технолог при проектировании.
35. Точность расчетов (количество значащих цифр) определяется погрешностью измерения нормативных потерь.
36. Последовательность расчета материального баланса.
37. Что надо знать для правильного размещения оборудования?
38. Что включает в себя описание требований к готовым изделиям?
39. Методы определения материального баланса массы в случае повторного использования возвратных потерь.
40. Метод определения требований производителем для своей готовой продукции.
41. Выбор марки и количества устанавливаемого оборудования.
42. Структурно-технологическая схема (СТС).
43. В каких масштабах вычерчивают планы и разрезы?
44. Исходные данные для проведения технологических расчетов в проекте предприятия.

45. Что понимают под нормативами расходов на единицу выпускаемой продукции вспомогательных и специальных материалов?
46. Где берут данные по нормативам потерь на всех стадиях производства?
47. Что понимают под расчетом материального баланса в штучном исчислении и в массовом?
48. Исходные данные для проектирования.
49. Объемная производительность для машин непрерывного действия. Как ее измеряют.
50. Массовая производительность для машин непрерывного действия. Как ее измеряют.

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

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (6 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Технология оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов*» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

Для билетов, составленных по направлению подготовки целиком, профиль можно не указывать.

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ХТКиО _____ Макаров Н.А. (Подпись) «__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра химической технологии керамики и огнеупоров</p>
	<p>15.03.02 Технологические машины и оборудование Профиль – «Технологические машины и оборудование производства высокотемпературных функциональных материалов»</p>
	<p>Технология оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов</p>
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Подобрать (и обосновать) оборудование для МЗЦ получения шликера из глин и каолинов с использованием комбинированной дробилки с указанием основного технологического оборудования, транспортного, дозирующих устройств, сепараторов.</p>	
<p>2. Принцип работы коленорычажного механизма. Кривая прессования. Почему коленорычажные прессы экономичны?</p>	
<p>3. Какие операции необходимо произвести при водном литье?</p>	

8.5. Структура и пример задания на курсовой проект

Курсовой проект (КП) по дисциплине «Технология оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов» выполняется студентами после изучения специальных дисциплин и имеет целью расширение и углубление знаний в области оборудования для производства керамических материалов, приобретение навыков самостоятельной работы по проектированию технологических линий, а также подготовку студентов к последующему выполнению квалификационной работы.

При выполнении КП предусмотрено 16 практических занятий, на которых обучающиеся изучают варианты решения проектных задач по проектированию предприятий, производящих различные виды керамики.

При выполнении КП студент должен максимально использовать передовые достижения науки и техники, правильно применять полученные в ходе изучения специальных дисциплин теоретические знания, показать умение пользоваться специальной и справочной литературой.

Целью КП является проектирование цеха для подготовки массы или формования.

Расчетно-пояснительная записка КП должна включать в себя следующие разделы:

- введение, в котором описывается состояние вопроса, способы производства керамики, их сравнительные технико-экономические показатели;
- обоснование выбора основного агрегата и организация его работы;
- разработка подробной технологической схемы производства и обоснование применяемого технологического оборудования;
- предварительный расчет и выбор типоразмера основного агрегата;
- поверочный расчет основного агрегата и расчет его основных параметров;
- выбор и поверочный расчет вспомогательного оборудования;
- расчет материального баланса, определение годовой потребности в сырье, топливе, расходных материалах;
- описание технологии и оборудования, применяемого на каждой технологической стадии, начиная от измельчения и заканчивая формованием заготовки;
- сводная таблица применяемого оборудования с указанием его типа и основных характеристик;
- список использованной научно-технической и справочной литературы, выполненный в соответствии с ГОСТ;

Графическая часть КП включает план цеха в соответствии с заданием на выполнение КП.

ТЕМЫ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Завод по производству пенокерамических фильтров для фильтрации алюминия, чугуна и стали
2. Завод по производству неформованных огнеупоров широкого профиля производительностью 20000 тн в год.
3. Цех по производству фасонных огнеупоров производительностью 5000 тн в год.
4. Организация производства неформованных огнеупоров из продукции производства глинозема для плавно-литейных цехов металлургии алюминия
5. Цех по производству карбидкремниевых огнеупоров производительностью 5000 тн в год.
6. Завод по производству периклазо-углеродистых огнеупоров производительностью 50000 тн в год
7. Завод по производству периклазовых и шпинелидных огнеупоров производительностью 25000 тн в год

8. Цех по производству хромитомagnesитовых огнеупоров для металлургии меди производительностью 20000 тн в год.
9. Линия по производству костных имплантов (фиксаторов) из диоксида циркония
10. Завод по производству санитарно-технической керамики производительностью 300000 штук в год
11. Цех по производству карбидкремниевых электронагревателей
12. Линия по производству электронагревателей из хромита лантана
13. Цех по производству высокоплотных корундовых труб производительностью 20000 м разной конфигурации
14. Линия по производству керамической черепицы 20 млн штук в год
15. Завод по производству диатомитового кирпича производительностью 20000 тн в год по литейной технологии
16. Завод по производству диатомитового кирпича производительностью 20000 тн в год по технологии пластического формования
17. Завод по производству вермикулитовых теплоизоляционных плит (безобжиговая технология) производительностью 20000 штук в год
18. Завод по производству вермикулитовых теплоизоляционных плит (обжиговая технология) производительностью 20000 штук в год
19. Цех по производству огнеупорных изделий «Оксид алюминия-карбид кремния-углерод» для чугуновозов-торпед производительностью 20000 тн в год
20. Завод по производству керамической облицовочной плитки производительностью 20000 тн в год
21. Завод по производству порошков карбида кремния абразивного и огнеупорного качества мощностью 30000 тн в год
22. Линия по производству порошков карбида кремния микронных размеров мощностью 5000 тн в год
23. Организация технологической линии производства электроизоляторов методом пластического формования производительностью 2400 тон в год»
24. «Организация технологической линии производства электроизоляторов методом изостатического прессования 1200 тонн в год»
25. Завод по производству строительного кирпича производительностью 70000 тн в год
26. Массозаготовительный цех производства фарфоровой посуды методом литья из водных шликеров.
27. Массозаготовительный цех производства плоской фарфоровой посуды методом литья из водных шликеров.
28. Массозаготовительный цех производства фарфоровой посуды прессованием порошка.
29. Массозаготовительный цех производства объемной фарфоровой посуды методом литья из водных шликеров.
30. Массозаготовительный цех производства фарфоровой посуды методом пластического формования.
31. Массозаготовительный цех производства фарфоровой посуды методом полусухого прессования.
32. Цех формования фарфоровых чайников методом литья из водных шликеров.
33. Цех формования фаянсовых чашек методом литья из водных шликеров.
34. Цех формования фарфоровых чайников методом пластического формования.
35. Цех формования фарфоровых тарелок методом полусухого прессования.
36. Массозаготовительный цех производства керамической плитки для полов.
37. Поточная линия производства керамической плитки для полов.
38. Массозаготовительный цех производства керамической плитки для откосов ванн.
39. Поточная линия производства керамической плитки из керамогранита.
40. Поточная линия производства керамической плитки для стен из керамогранита.

41. Поточная линия производства керамической плитки для стен.
42. Массозаготовительный цех производства унитазов под давлением.
43. Отделение механизированных стандов для литья унитазов.
44. Отделение механизированных стандов для литья керамических раковин.
45. Отделение для литья унитазов под давлением.
46. Массозаготовительный цех производства полнотелого керамического кирпича методом пластического прессования на прессе.
47. Цех производства полнотелого керамического кирпича методом пластического прессования на прессе с четырьмя потоками.
48. Цех производства пустотелого керамического камня методом пластического формования на прессе с шестью потоками.
49. Массозаготовительный цех производства пустотелого керамического кирпича методом полусухого формования.
50. Отделение для пластического формования пустотелого керамического камня.
51. Цех производства керамического клинкерного камня методом пластического формования.
52. Массозаготовительный цех производства керамических канализационных труб методом пластического прессования.
53. Отделение для пластического формования керамических канализационных труб.
54. Массозаготовительный цех для подготовки керамической массы при формовании канализационных труб методом гидростатического прессования.
55. Отделение для формования канализационных труб методом гидростатического прессования.
56. Массозаготовительный цех для подготовки керамической массы при формовании электроизоляторов.
57. Отделение для формования фарфоровых электроизоляторов методом обточки.
58. Отделение для нанесения фарфорового покрытия на электроизоляторы, изготовленные методом обточки.
59. Массозаготовительный цех для производства периклазоуглеродистых огнеупоров.
60. Формование клиновых изделий на гидравлическом прессе.
61. Массозаготовительный цех для производства шамотной массы при выпуске огнеупоров.
62. Формование изделий для электроники на двухбачковой литьевой машине.
63. Отделение пластического прессования воздушнонагревателей.
64. Массозаготовительный цех для производства кислотоупоров.
65. Отделение формования изделий из кислотоупоров на гидравлическом прессе.
66. Отделение по прессованию изделий из кислотоупоров на одноосном механическом прессе с применением гидростатических форм.
67. Массозаготовительный цех для производства нагревателей из карбида кремния.
68. Массозаготовительный цех для производства нагревателей из карбида кремния.
69. Линия для формования керамической пленки рапельным методом.
70. Линия для формования керамической пленки методом каландрирования.
71. Формование изделий сложной формы на однонаправленном прессе с использованием квазиизостатических форм.
72. Массозаготовительный цех для производства тонких керамических листов на линии Ламина.
73. Линия по производству тонких керамических листов на линии Ламина.
74. Линия по производству тонких керамических листов на линии Ламина с использованием прессов для прессования заготовок.
75. Линия по производству тонких керамических листов на линии Ламина с использованием прокатки для прессования заготовок.

Курсовой проект по дисциплине «Технология оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов» включает контроль его выполнения и оценку на защите курсового проекта (максимальная оценка 100 баллов). На защиту студент представляет пояснительную записку и план цеха (отделения) с размещенным технологическим оборудованием. Комиссия из двух преподавателей оценивает качество описания технологии, выбранной технологической схемы, материального баланса, выбора типа оборудования и его количества. Итоговое количество баллов может быть снижено из-за неточностей в оформлении пояснительной записки, в плане цеха (отделения) и при ответах на вопросы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В., Власов А.С., Гузман И.Я., Лукин Е.С., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Химическая технология керамики: учебное пособие для вузов // Под ред. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. 496 с.
2. Сычева Л.И., Потапова Е.Н., Лемешев Д.О., Михайленко Н.Ю., Захаров А.И., Тихомирова И.Н., Беляков А.В., Строганова Е.Е. Практикум по технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 270 с.
3. Сборник задач по химической технологии керамики и огнеупоров: учебное пособие / Сенина М.О., Вершинин Д.И., Лемешев Д.О., Лукин Е.С., Попова Н.А., Беляков А.В., Антонов Д.А., Анисимов В.В., Макаров Н.А. Под ред. Н.А. Макарова. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2021. 120 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Балкевич В.Л. Техническая керамика. М.: Стройиздат, 1984. 256 с.
2. Баринов В.Я., Шевченко С.М. Техническая керамика. М.: Наука, 1993. 187 с.
3. Гузман И.Я., Сысоев Э.П. Технология пористых керамических материалов и изделий. Тула: Приокское книжное изд-во, 1975. 196 с.
4. Масленникова Г.Н., Мамаладзе Р.А., Мидзута С., Коумото К. Керамические материалы. М.: Стройиздат, 1991. 313 с.
5. Практикум по технологии керамики и огнеупоров. Под ред. Д.Н. Полубояринова и Р. Я. Попильского. М.: Стройиздат, 1972. 350 с.

В) Учебно-методические пособия и указания по изучению дисциплины:

1. Власов А.С. Теоретические основы прочности керамики. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1982. 48 с.
2. Власов А.С. Конструкционная керамика. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. 70 с.
3. Гузман И.Я. Реакционное спекание и его использование в технологии керамики и огнеупоров. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1996. 55 с.
4. Беляков А.В. Механическая обработка неорганических неметаллических материалов. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2001. 40 с.
5. Макаров Н.А. Металлизация керамики. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2004. 76 с.
6. Беляков А.В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. 80 с.

7. Беляков А.В., Сигаев В.Н. Физико-химические основы процессов механического измельчения неорганических неметаллических материалов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2001. 59 с.
8. Лукин Е.С. Теоретические основы получения и технология оптически прозрачной керамики. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1981. 36 с.
9. Скидан Б.С., Поляк Б.И. Керамические диэлектрики. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1983. 77 с.
10. Беляков А.В. Химическая стойкость керамики. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1982. 32 с.
11. Скидан Б.С., Андрианов Н.Т., Сычев В.Н. Методические указания к расчету свойств и корректировки шихтового состава глазури. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1978. 48 с.
12. Балкевич В.Л., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Высокотемпературные печи для обжига и испытаний керамики. – М.: МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1985. 64 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Журналы:

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

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> - "Нанометр" - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> - «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> - Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science

- http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/ - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

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

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8;
- комплекты образцов изделий из керамики;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100);
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине **«Технология оборудования для производства высокотемпературных функциональных керамических материалов»** проводятся в форме лекций, практической и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Лаборатория (печной зал), оснащенная высокотемпературным оборудованием для синтеза и термической обработки керамических материалов.

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

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

Технологическое оборудование для обработки, подготовки и определения технологических свойств сырьевых материалов (шаровая мельница, лабораторная планетарная мельница, наборы сит для отсева порошков, сушильный шкаф, весы технические и аналитические, ступки для измельчения и смешивания порошков, разрывная машина).

Высокотемпературное оборудование (высокотемпературные электрические печи с карбидкремниевыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима, электрическая лабораторная муфельная печь с автоматическим регулятором температуры, высокотемпературные электрические печи с хромит-лантановыми нагревателями и автоматическим регулятором температурного режима).

11.2 Учебно-наглядные пособия

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

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

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

11.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

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

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по строению и свойствам керамических материалов и керамоматричных композитов; электронная картотека по фазовым

диаграммам состояния тугоплавких соединений; кафедральная библиотека электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

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

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

	License)			
25.	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт № 72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
32.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook 	Контракт № 175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025

36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
39.	COMSOL Multiphysics, Лицензия на учебный класс (CKL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
40.	COMSOL Multiphysics, Плавающая сетевая лицензия (FNL)	Контракт № 109-132ЭА/2023 от 22.09.2023	1	бессрочная
41.	Антиплагиат.ВУЗ 5.0	Контракт № 13-143К/2025 от 30.04.2025	1	19.05.2026

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение. Оборудование для получения формовочных масс.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы работы, достоинства и недостатки, наиболее прогрессивные способы эксплуатации оборудования для производства керамики; расчет и обоснование ассортимента готовой продукции и мощности предприятия, расчеты потребности сырья, материалов, оборудования; основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять расчеты по технико-экономическому обоснованию целесообразности проектирования (строительства), технологической разработке проекта; применять элементы автоматизации работы оборудования; проводить анализ нормативной документации; <p><i>Владеет:</i></p>	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за экзамен</p>

	<p>- знаниями о прогрессивных технологических процессах и оборудовании, обеспечивающих высокое качество продукции, повышение производительности труда и культуры производства; техническими решениями, обеспечивающими уменьшение загрязнения окружающей среды, улучшение условий труда; способами поиска и анализа нормативной документации.</p>	
<p>Раздел 2. Оборудование для формования заготовок способом пластического формования.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы работы, достоинства и недостатки, наиболее прогрессивные способы эксплуатации оборудования для производства керамики; расчет и обоснование ассортимента готовой продукции и мощности предприятия, расчеты потребности сырья, материалов, оборудования; основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять расчеты по технико-экономическому обоснованию целесообразности проектирования (строительства), технологической разработке проекта; применять элементы автоматизации работы оборудования; проводить анализ нормативной документации; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о прогрессивных технологических процессах и оборудовании, обеспечивающих высокое качество продукции, повышение производительности труда и культуры производства; техническими решениями, обеспечивающими уменьшение загрязнения окружающей среды, улучшение условий труда; способами поиска и анализа нормативной документации. 	<p>Оценка за контрольные работы №2 и № 3</p> <p>Оценка за экзамен.</p>

<p>Раздел 3. Оборудование для прессования и литья и обточки заготовок из ВФМ.</p>	<p><i>Знает:</i> - принципы работы, достоинства и недостатки, наиболее прогрессивные способы эксплуатации оборудования для производства керамики; расчет и обоснование ассортимента готовой продукции и мощности предприятия, расчеты потребности сырья, материалов, оборудования; основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства; <i>Умеет:</i> - выполнять расчеты по технико-экономическому обоснованию целесообразности проектирования (строительства), технологической разработке проекта; применять элементы автоматизации работы оборудования; проводить анализ нормативной документации; <i>Владеет:</i> - знаниями о прогрессивных технологических процессах и оборудовании, обеспечивающих высокое качество продукции, повышение производительности труда и культуры производства; техническими решениями, обеспечивающими уменьшение загрязнения окружающей среды, улучшение условий труда; способами поиска и анализа нормативной документации.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 4</p> <p>Оценка за курсовой проект.</p>
<p>Раздел 4. Основы проектирования предприятий по производству керамики. Заключение.</p>	<p><i>Знает:</i> - принципы работы, достоинства и недостатки, наиболее прогрессивные способы эксплуатации оборудования для производства керамики; расчет и обоснование ассортимента готовой продукции и мощности предприятия, расчеты потребности сырья, материалов, оборудования; основы компоновочных решений технологического оборудования и механизации транспортных операций по цехам и участкам всего производства; <i>Умеет:</i> - выполнять расчеты по технико-</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 5 и № 6.</p> <p>Оценка за курсовой проект.</p>

	<p>экономическому обоснованию целесообразности проектирования (строительства), технологической разработке проекта; применять элементы автоматизации работы оборудования; проводить анализ нормативной документации;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о прогрессивных технологических процессах и оборудовании, обеспечивающих высокое качество продукции, повышение производительности труда и культуры производства; техническими решениями, обеспечивающими уменьшение загрязнения окружающей среды, улучшение условий труда; способами поиска и анализа нормативной документации. 	
--	---	--

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

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

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

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

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

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Технология оборудования для производства высокотемпературных функциональных
керамических материалов»

основной образовательной программы
15.03.02 Технологические машины и оборудование

профиль «Технологические машины и оборудование производства высокотемпературных
функциональных материалов»

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 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Химическое сопротивление высокотемпературных функциональных
материалов и защита от коррозии»**

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

**«Технологические машины и оборудование производства
высокотемпературных функциональных материалов»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена профессором кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров д.х.н. Беляковым А.В.

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

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Химическое сопротивление высокотемпературных функциональных материалов и защита от коррозии» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в том числе в области физикохимии и технологии высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ).

Цель дисциплины – углубление знаний, умений, владений и формирование компетенций в области процессов, происходящих при воздействии различных корродиентов (жидких, твердых, газообразных, в виде плазмы) на высокотемпературные функциональные материалы (ВФМ), методов определения химического сопротивления, влияния структуры и химического состава неметаллических материалов, химического состава корродиента, структуры пограничного слоя между ВФМ и корродиентом, методов защиты ВФМ от коррозии. Дисциплина направлена на формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области химического сопротивления ВФМ и защиты их от коррозии, понимания концепции и общих закономерностей проектирования и создания химически стойких ВФМ, выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в указанной области.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области химического сопротивления ВФМ и защиты их от коррозии, понимания концепции и общих закономерностей проектирования и создания химически стойких ВФМ, выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в указанной области.

Дисциплина «Химическое сопротивление высокотемпературных функциональных материалов и защита от коррозии» 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 профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание
Тип задач профессиональной деятельности – проектно-конструкторский				
Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов и агрегатов в области химической технологии и технологии материалов, в том числе с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p>Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов</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>	ПК-1. Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p>ПК-1.1. Знает принципы и порядок расчета деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности, и основные программные средства для их выполнения</p> <p>ПК-1.2. Умеет проектировать типовую технологическую оснастку с использованием прикладных программных средств</p> <p>ПК-1.3. Владеет методиками автоматизированного проектирования деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в прикладных программных средствах.</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.</p> <p>ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом</p>

				Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н).
Тип задач профессиональной деятельности –производственно-технологический				
		ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них	<p>ПК-4.1. Знает проблемы теории и технологии процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ</p> <p>ПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратурное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</p> <p>ПК-4.3. Владеет приемами подбора и корректировки</p>	<p>Обобщенная трудовая функция А Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 6, трудовая функция А/02.6 Разработка интегрированной информационной модели типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). Обобщенная</p>

			<p>параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p>	<p>трудовая функция А Внедрение несложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 5, трудовая функция А/01.5 Сбор и обобщение информации о новых оборудовании и технологиях в термическом производстве</p> <p>ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018 № 573н). Обобщенная трудовая функция G Проведение научно-экспериментальных исследований по отработке специализированных параметров неметаллических</p>
--	--	--	---	---

				<p>композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, технологии их применения; уровень квалификации 6, трудовая функция G/05.6 Инженерное сопровождение при проведении входного контроля неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, препарации сборочных узлов, контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении серийных деталей и сборочных узлов и в рамках опытно-конструкторских работ</p>
--	--	--	--	---

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- современные проблемы процессов, происходящих при взаимодействии ВФМ с агрессивными средами, особенностями этих процессов химическом сопротивлении керамических, стеклообразных и вязущих материалов, а также композитов на их основе;
- методы изучения химического сопротивления керамических, стеклообразных и вязущих материалов, а также композитов на их основе.

уметь:

- связывать физические и химические свойства ВФМ с их эксплуатационной надежностью и долговечностью в условиях воздействия агрессивной окружающей среды
- выполнять расчеты по оценке возможных химических реакций и объемных эффектов при взаимодействии ВФМ с агрессивной средой;
- обосновывать принятие конкретного технического решения при выборе ВФМ, имеющего наибольшее химическое сопротивление в конкретных агрессивных средах;
- проводить анализ справочных и литературных данных.

владеть:

- знаниями о наиболее перспективных методах оценки химического сопротивления ВФМ к агрессивным средам, обеспечивающих наиболее эффективное применение выбранного материала и повышение срока его службы;
- технологическими решениями, обеспечивающими повышение химического сопротивления ВФМ в конкретных условиях его эксплуатации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>32</i>
Лекции (Лек)	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Самостоятельная работа (СР):	1,67	60	45
Контактная самостоятельная работа	1,67	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,8	44,85
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек	ПЗ	СР
1.	Раздел 1 Сведения о кинетике гетерогенных процессов. Влияние структуры неметаллических материалов и свойств корродиента на химическое сопротивление ВФМ и защиту от коррозии	35	5	10	20
2.	Раздел 2 Общие процессы и методы исследования взаимодействия ВФМ с корродиентом. Особенности химической стойкости керамических материалов	35	5	10	20
3.	Раздел 3 Оценка коррозии. Биокоррозия ВФМ. Коррозия стеклообразных материалов и вяжущих материалов	38	6	12	20
Всего часов		108	16	32	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Сведения о кинетике гетерогенных процессов. Влияние структуры высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и свойств корродиента на их химическое сопротивление и защита от коррозии

Значение химического сопротивления для продолжительности службы высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ).

1.1. Основные сведения о кинетике гетерогенных процессов

Определение лимитирующей стадии процесса в гетерогенных системах. Кинетическая область процессов химического растворения. Диффузионная область процессов химического растворения. Методы изучения процессов химического растворения, происходящих в диффузионной области.

1.2. Элементы микроструктуры ВФМ, влияющие на химическое сопротивление

Поры, трещины и их роль в химическом сопротивлении.

Межкристаллическая фаза (границы кристаллов) и ее роль в химическом сопротивлении ВФМ. Кристаллическая фаза и ее роль в химическом сопротивлении ВФМ.

1.3. Свойства жидких корродиентов, влияющие на химическое сопротивление ВФМ

Строение жидкостей. Кристаллизация простых жидкостей и эвтектик. Строение оксидных расплавов. Вязкость расплавов и ее влияние на химическое сопротивление ВФМ. Поверхностное натяжение и его влияние на химическое сопротивление ВФМ.

Раздел 2. Общие процессы и методы исследования взаимодействия ВФМ с корродиентом. Особенности химического сопротивления керамических материалов: строительные материалы, огнеупоры, техническая керамика.

2.1. Общие процессы при взаимодействии ВФМ с агрессивной средой

Общие положения. Определение возможности химической реакции по потенциалу Гиббса. Оценка металлоустойчивости ВФМ по ряду активности металлов. Объемные эффекты при коррозии ВФМ. Образование защитных промежуточных слоев. Химическое сопротивление ВФМ в присутствии механических и других энергетических воздействий.

2.2. Процессы взаимодействия огнеупоров и технической керамики с жидкими и газообразными корродиентами.

Структура огнеупоров и технической керамики и ее влияние на химическое сопротивление материалов. Области применения огнеупоров и наиболее часто встречающиеся корродиенты. Взаимодействие с жидкими шлаками и расплавами металлов.

Области применения технической керамики. Взаимодействие с корродиентами в керамических двигателях. Керамические покрытия на металлы для повышения их коррозионной стойкости.

2.3. Процессы коррозии композитов, содержащих керамику.

Структура композитов и ее влияние на их химическое сопротивление. Особенности коррозии композитов на основе ВФМ. Коррозия дисперсной (армирующей) фазы и дисперсионной среды (матрицы). Объемные изменения в армирующей фазе и матрице и их влияние на коррозию. Перспективы применения керамических композитов в машиностроении и двигателестроении.

Раздел 3. Методы измерения химического сопротивления ВФМ. Биокоррозия. Особенности химической стойкости огнеупоров к расплаву стекла. Химическая сопротивление стеклообразных и вяжущих материалов.

3.1. Особенности измерения химического сопротивления керамических материалов. Биокоррозия.

Определение химического сопротивления по изменению химического состава ВФМ и агрессивной окружающей среды. Определение химического сопротивления по изменению массы образцов из ВФМ или их геометрических размеров. Определение химического сопротивления по изменению физико-химических свойств ВФМ или корродиента. Классификация методов исследования химического сопротивления по количеству агрессивного агента и изменению его концентрации за счет растворения ВФМ. Выбор наиболее химического стойкого оксида по положению в Таблице Д.И.Менделеева. Особенности химической стойкости ВФМ из сложных оксидов и композитов на основе ВФМ к агрессивным расплавам.

Особенности биокоррозии ВФМ. Общее и различие коррозии в агрессивных средах и биокоррозии. Бактериальная коррозия, виды корродиентов. Условия для прохождения бактериальной коррозии.

Биокоррозия, вызываемая некоторыми видами грибов (грибная или микологическая коррозия). Схема развития грибной коррозии. Условия для прохождения грибной коррозии. Сравнение бактериальной и грибной коррозии. Методы повышения стойкости к биокоррозии.

3.2. Особенности химической стойкости огнеупоров к расплавам стекла. Химическая стойкость стеклообразных материалов.

Стеклоустойчивость огнеупоров. Влияние применяемых огнеупоров на пороки в стекле. Перспективные коррозионностойкие керамические материалы для плавления оптического стекла. Особенности химического сопротивления стеклообразных материалов. Технологии стеклообразных материалов, где желательно некоторое понижение химического сопротивления. Пороки в стекле, вызванные химическим взаимодействием с окружающей средой. Методы определения химического сопротивления стеклообразных материалов. Способы повышения химического сопротивления стеклообразных материалов. Химико-лабораторные стекла.

3.3. Особенности химической стойкости вяжущих материалов

Особенности химического сопротивления вяжущих материалов. Структура и химический состав вяжущих материалов и ее влияние на химическое сопротивление.

Взаимодействие огнеупоров с компонентами клинкера при его обжиге. Методы определения химического сопротивления вяжущих материалов. Способы повышения химического сопротивления вяжущих материалов.

Подходы к созданию химически стойких материалов для конкретных условий службы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	– современные проблемы процессов, происходящих при взаимодействии ВФМ с агрессивными средами, особенностями этих процессов химическом сопротивлении керамических, стеклообразных и вяжущих материалов, а также композитов на их основе;		+	+	+
2	– методы изучения химического сопротивления керамических, стеклообразных и вяжущих материалов, а также композитов на их основе.		+	+	+
	Уметь:				
3	– связывать физические и химические свойства ВФМ с их эксплуатационной надежностью и долговечностью с условиях воздействия агрессивной окружающей среды;		+	+	+
4	– выполнять расчеты по оценке возможных химических реакций и объемных эффектов при взаимодействии ВФМ с агрессивной средой;		+	+	+
5	– обосновывать принятие конкретного технического решения при выборе ВФМ, имеющего наибольшее химическое сопротивление в конкретных агрессивных средах;		+	+	+
6	– проводить анализ справочных и литературных данных.		+	+	+
	Владеть:				
7	– знаниями о наиболее перспективных методах оценки химического сопротивления ВФМ к агрессивным средам, обеспечивающих наиболее эффективное применение выбранного материала и повышение срока его службы;		+	+	+
8	– технологическими решениями, обеспечивающими повышение химического сопротивления ВФМ в конкретных условиях его эксплуатации.		+	+	+
	В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>				
9	- ПК-1. Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в соответствии с техническими заданиями и	ПК-1.1. Знает принципы и порядок расчета деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности и основные программные средства для их выполнения;	+	+	+
10		ПК-1.2. Умеет проектировать типовую технологическую оснастку с использованием прикладных программных средств;	+	+	+

11	использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-1.3. Владеет методиками автоматизированного проектирования деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в прикладных программных средствах.	+	+	+
12	- ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них	ПК-4.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ;	+	+	+
13		ПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ;	+	+	+
14		ПК-4.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия. Примерный перечень практических занятий

№	Разделы	Тема практических (семинарских) занятий	Акад. часы
1	Раздел 1	Особенности процессов коррозионного сопротивления в кинетической и диффузионной областях	2
2	Раздел 1	Влияние пор, межкристаллической фазы и кристаллов на химическое сопротивление ВФМ	2
3	Раздел 1	Влияние межкристаллической фазы и кристаллов на химическое сопротивление ВФМ	2
4	Раздел 1	Строение жидких корродиентов, влияющие на процесс коррозии	2
5	Раздел 1	Свойства жидких корродиентов, влияющие на процесс коррозии	2
6	Раздел 2	Взаимодействие в расплавами шлаков	2
7	Раздел 2	Взаимодействие в расплавами стекол	2
8	Раздел 2	Взаимодействие в расплавами металлов	2
9	Раздел 2	Объемные изменения и их влияние на химическое сопротивление ВФМ	2
10	Раздел 2	Химическое воздействие и другие энергетические воздействия и их влияние на химическое сопротивление ВФМ	2
11	Раздел 3	Биокоррозия с помощью микроорганизмов и ее особенности при воздействии на ВФМ	2
12	Раздел 3	Грибная коррозия и ее особенности при воздействии на ВФМ	2
13	Раздел 3	Основные принципы методов изучения и оценки химического сопротивления ВФМ	2
14	Раздел 3	Особенности изучения и оценки химического сопротивления керамических материалов и композитов	2
15	Раздел 3	Особенности изучения и оценки химического сопротивления стеклообразных материалов и композитов	2
16	Раздел 3	Особенности изучения и оценки химического сопротивления вяжущих материалов и композитов	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;
- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- подготовку реферата и презентации для выступления;
- работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- оформление лабораторного журнала;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы
Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины
Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы, 1-3 контрольные работы – максимально по 20 баллов каждая; 4 контрольная работа – 40 баллов.

Контрольная работа (КР) № 1. Раздел 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.

КР 1. Вопрос № 1.

1. Кинетическая область процесса взаимодействия ННМ с жидкостями и газами.
2. Диффузионная область процесса взаимодействия ННМ с жидкостями и газами.
3. Смешанная область процесса взаимодействия ННМ с жидкостями и газами.
4. Почему с ростом температуры процессы обычно переходят из кинетической области в диффузионную?
5. Как изменяется скорость химической реакции и скорость диффузии с ростом температуры?
6. Диффузионная область как реализация принципа Ле-Шателье–Брауна.
7. Кинетическая область. Зависимость константы скорости реакции от температуры.
8. Как можно перейти из диффузионной области в кинетическую, изменяя толщину диффузионного слоя?
9. Почему при уменьшении толщины диффузионного слоя можно перейти из диффузионного режима растворения в кинетический?
10. Как определить, что процесс происходит в кинетической области?
11. Какой вид и почему имеет зависимость скорости растворения образцы из ННМ от скорости вращения цилиндрического образца, если процесс происходит в кинетической области?
12. Почему в кинетической области процесс зависит от состояния поверхности твердого тела?
13. От каких именно элементов поверхности зависит процесс растворения в кинетической области и почему?
14. Почему в кинетической области процесс значительно сильнее зависит от содержания примесей, чем в диффузионной области?
15. Рассмотрите процесс растворения твердого тела на границе с приповерхностным слоем с позиций синергетики.
16. Понятие диффузионного слоя. Приведите схематический рисунок.
17. Какой вид и почему имеет зависимость скорости растворения цилиндрического образца из ННМ от скорости его вращения, если процесс происходит в диффузионной области?
18. Какой вид и почему имеет зависимость скорости растворения цилиндрического образца из ННМ от скорости его вращения, если процесс происходит в смешанной области?
19. Образование диффузионного слоя с позиций синергетики.
20. Структура (строение) диффузионного слоя при наличии нескольких видов катионов в ННМ и агрессивной среде.
21. Структура (строение) диффузионного слоя при наличии нескольких видов катионов в агрессивной среде.
22. Структура (строение) диффузионного слоя при наличии нескольких катионов в ННМ и агрессивной среде.
23. Образование диффузионного слоя как проявление принципа Ле-Шателье–Брауна.

24. Электрохимические процессы при растворении ТНСМ и образование ДЭС.
25. Первый механизм образования ДЭС на примере растворения AgI в воде и его значение для растворения ННМ.
26. Второй механизм образования ДЭС и его значение для растворения ННМ.
27. Третий механизм образования ДЭС и его значение для растворения ННМ.
28. Механизм образования заряда на поверхности керамики из Al_2O_3 при ее растворении в расплаве натрийкальцийсиликатного стекла.
29. Механизм образования заряда на поверхности керамики из BaO при ее растворении в расплаве натрийкальцийсиликатного стекла.
30. Образование заряда на поверхности корродирующего ННМ как проявление принципа Ле-Шателье–Брауна.
31. Влияние на химическое сопротивление окислительно-восстановительных процессов в диффузионном слое.
32. Влияние уменьшения степени неравновесности системы за счет насыщения корродиента компонентами ННМ на процесс коррозии в диффузионной области.
33. Эволюция структуры диффузионного слоя с позиций синергетики.
34. Почему при растворении ННМ в диффузионной области в отличие от кинетической понижена чувствительность процесса к содержанию в образце примесей?
35. Почему при растворении монокристаллов из ННМ в диффузионной области в отличие от кинетической понижена чувствительность процесса к их кристаллографической ориентации?
36. Объясните, почему при растворении в диффузионной области образца из ННМ, содержащего различного вида катионы, диффузионный слой приобретает зональную структуру?
37. Эмпирическая формула Нернста и ее применение для описания процесса растворения ННМ.
38. Объясните, в чем проблемы применения формулы Нернста для процессов растворения в газообразном корродиенте.
39. Можно ли применить формулу Нернста для процессов растворения в газообразном корродиенте?
40. Первый закон Фика и его применение для описания процесса растворения ННМ.
41. Эмпирическая формула Нернста и первый закон Фика. Что в них общего?
42. Второй закон Фика и его применение для описания процесса растворения ННМ.
43. Равнодоступная поверхность и формула Левича.
44. Какие требования предъявляют к режиму вращения и к структуре образца при использовании формулы Левича?
45. Объясните, в чем проблемы применения формулы Левича для процессов растворения в газообразном корродиенте.
46. Можно ли применить формулы Левича для процессов растворения в газообразном корродиенте?
47. Проблемы использования формулы Левича для изучения процессов растворения ННМ в жидких корродиентах.
48. Проблемы, возникающие при растворении вращающегося и полностью погруженного в жидкий корродиент цилиндрического образца.
49. Что позволяет изучать применение равнодоступной поверхности и формулы Левича при растворении ННМ?
50. Объясните, почему при растворении в диффузионной области образца из ННМ, в корродиенте, содержащем различного вида катионы, диффузионный слой приобретает зональную структуру?

КР 1. Вопрос № 2.

1. Поры и трещины в ННМ. Почему они наиболее важны в процессах коррозии ННМ?

2. Как происходит процесс коррозии при наличии в образце из ННМ открытых пор?
3. Как происходит процесс коррозии при наличии в образце из ННМ закрытых пор?
4. Какую структуру могут иметь поры в ННМ, и как эта структура влияет на процесс коррозии в жидкости и газе?
5. Какие поры и почему опаснее для химического сопротивления открытые или закрытые?
6. Продукты химического взаимодействия ННМ с корродиентом как проявление принципа Ле-Шателье–Брауна.
7. Польза и опасности образования твердых продуктов реакции ННМ с корродиентом в порах и трещинах.
8. Предложите пути повышения химического сопротивления пористого ННМ.
9. Коэффициент пропитки ННМ корродиентом, зависящий от структуры пор в ННМ: $F_{\text{стр}} = \varepsilon_{\text{эф}} [1/(\zeta \cdot k_0^{1/2})] \tau_g^{1/2} \cdot \exp(25 \ln^2 S_g / 8)$. Что означают параметры уравнения? При каких условиях справедливо уравнение?
10. Коэффициент подвижности при пропитке ННМ: $F_{\text{подв}} = \sigma / \eta$. Что означают параметры уравнения? При каких условиях справедливо уравнение?
11. Коэффициент смачивания при пропитке ННМ: $F_{\text{смач}} = (\cos \varphi)^{1/2}$. Что означают параметры уравнения? При каких условиях справедливо уравнение?
12. Приведите меры по увеличению химического сопротивления пористых ННМ и поясните их действие.
13. Почему границы кристаллов имеют меньшую химическую стойкость, чем кристаллы?
14. Почему на границах кристаллов в ННМ концентрируются легкоплавкие примеси?
15. Почему в ННМ из более чистого сырья границы между кристаллами тоньше? Как сказывается на химическом сопротивлении ННМ?
16. Какие меры можно применить для повышения химического сопротивления межкристаллических границ?
17. Имеется керамика с порами, изготовленная из сырья, содержащего примеси. Какие меры наиболее рационально предпринять для повышения ее химического сопротивления и почему?
18. Почему кристаллы являются наиболее химическими стойкими элементами структуры ННМ?
19. Какую структуру должен иметь ННМ, чтобы обеспечить наибольшее химическое сопротивление. Дайте развернутый ответ.
20. Что способствует понижению химического сопротивления кристаллов в поликристаллическом ННМ?
21. К чему приводит повышенная скорость растворения мелких кристаллов в ННМ по сравнению с крупными?
22. Почему для выбора наиболее перспективного ННМ целесообразно исследовать высокоплотные образцы из чистого сырья?
23. Образцы с какой структурой следует применять для выбора наиболее химически стойкого ННМ? Дайте развернутый ответ.
24. Основные положения теории строения жидкостей.
25. Как связана теория строения жидкости с химическим сопротивлением ННМ?
26. Основные положения теории строения воды.
27. Как связана теория строения воды с химическим сопротивлением ННМ?
28. Причины образования высолов на лицевом кирпиче и способы их устранения.
29. Морозостойкость стеновых строительных материалов из ННМ.
30. Что такое опасные поры для морозостойкости стеновых строительных материалов из ННМ?
31. Положительная и отрицательная гидратация в водных растворах.
32. Нанореакторы в водных растворах.
33. Процесс кристаллизации простых жидкостей.

34. Процесс кристаллизации эвтектики.
35. Основные отличия процессов кристаллизации простых жидкостей от кристаллизации эвтектик.
36. Как и почему распределяются эвтектики в ННМ? Как это влияет на химическое сопротивление ННМ?
37. Роль эвтектик в химическом сопротивлении ННМ при высоких температурах.
38. α -фаза и β -фаза при кристаллизации эвтектик. Как они образуются и располагаются в эвтектике?
39. Условия образования одномерных кристаллов α -фаз при кристаллизации эвтектик.
40. Процесс взаимодействия двух кристаллов, образующих эвтектику.
41. Строение расплавов оксидов. Катионы K_1 и K_2 .
42. Специфика строения расплавов оксидов железа. Изменение степени окисления ионов железа.
43. Основность расплавов оксидов через соотношение основных и кислых оксидов и концентрацию (активность) анионов кислорода.
44. Зависимость вязкости металлургических шлаков от их кислотно-основных свойств.
45. Почему вязкость металлургических шлаков возрастает с увеличением содержания кислых оксидов (SiO_2)?
46. Почему вязкость металлургических шлаков возрастает с увеличением содержания основных оксидов?
47. Поверхностное натяжение расплавов оксидов. Что такое поверхностное натяжение?
48. Почему температурный коэффициент поверхностного натяжения чаще всего отрицательный?
49. Влияние поверхностного натяжения расплавов на их взаимодействие с ННМ.
50. Как и почему меняется поверхностное натяжение жидкости в диффузионном слое?

Контрольная работа (КР) № 2. Раздел 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная содержит 2 вопроса, по 10 баллов за каждый вопрос.

КР 2. Вопрос 1.

1. Чем определяется основность (кислотность) оксидных расплавов?
2. Оценка возможности химической реакции с помощью равновесной термодинамики.
3. В чем недостатки оценки возможности химической реакции с помощью равновесной термодинамики?
4. Какие проблемы возникают при использовании равновесной термодинамики для оценки реальных процессов, происходящих при коррозии ННМ?
5. Применение ряда активности металлов для грубой оценки относительного химического сопротивления различных ННМ.
6. Оценка возможности химической реакции с помощью диаграмм состояния.
7. Пропитка при взаимодействии ННМ с агрессивной средой. Факторы, способствующие пропитке. Перерождение керамики при пропитке.
8. Процессы при пропитке ННМ, которые могут привести к отделению кусков от изделия.
9. Применение диаграмм состояния двойных систем для оценки опасности взаимодействия керамика-корродиент.
10. Какие катионы расплава относятся к K_1 и какую роль они играют при формировании структуры диффузионного слоя?
11. Какие катионы расплава относятся к K_2 и какую роль они играют при формировании структуры диффузионного слоя?
12. Как меняется состав диффузионного слоя при взаимодействии однофазной керамики с многокомпонентным оксидным расплавом? Роль катионов K_1 и K_2 .
13. Как меняется состав диффузионного слоя при взаимодействии многофазной керамики с однокомпонентным оксидным расплавом? Роль катионов K_1 и K_2 .

14. Как меняется состав диффузионного слоя при взаимодействии многофазной керамики с многокомпонентным оксидным расплавом? Роль катионов K_1 и K_2 .
15. Процессы в пропитанном слое при взаимодействии многофазной керамики с многокомпонентным оксидным расплавом. Роль катионов K_1 и K_2 .
16. Амфотерные катионы в расплаве могут образовывать катионы K_1 и K_2 . Причины этого явления и его влияние на транспортные свойства катионов.
17. Катионы алюминия в оксидных проявляют амфотерные свойства и присутствовать в виде K_1 и K_2 . Объясните, при каких кислотно-основных свойствах расплава диффузионный массоперенос оксида алюминия в нем будет максимальным.
18. Процессы при взаимодействии керамики из сложных оксидов с многокомпонентным оксидным расплавом. Роль объемных изменений.
19. Какие последствия процессов пропитки ННМ агрессивными средами представляют наибольшую опасность для химического сопротивления и почему?
20. Как влияет на процесс пропитки ННМ одновременное присутствие в нем катионов K_1 и K_2 ? Причины объемных изменений.
21. При каких условиях скорость растворения будет определяться процессом диффузии катионов в твердом теле?
22. Как влияют статические механические напряжения в ННМ на скорость ее взаимодействия с агрессивной средой? Дайте развернутый ответ.
23. Как влияют динамические механические напряжения в керамики на скорость ее взаимодействия с агрессивной средой? Дайте развернутый ответ.
24. Как будут влиять на химическую стойкость керамических материалов воздействия проникающими излучениями, например, в конструкциях ядерных реакторов? Дайте развернутый ответ.
25. Как влияет на химическое сопротивление ННМ подведение к ним дополнительных энергетических воздействий. Дайте развернутый ответ.
26. Приведите примеры огнеупоров основного характера. Какие расплавы шлаков для них опаснее? Дайте развернутый ответ.
27. Приведите примеры огнеупоров кислого характера. Какие расплавы шлаков для них опаснее? Дайте развернутый ответ.
28. Структура традиционных огнеупоров. Ее влияние на химическое сопротивление огнеупоров.
29. Взаимодействие огнеупоров с оксидными расплавами (шлаками). В какой области (кинетической или диффузионной) обычно происходят процессы? Дайте развернутый ответ.
30. Опишите наиболее часто встречающийся механизм коррозии огнеупоров в расплавах шлака.
31. Пропитка огнеупоров расплавами шлаков. Процессы, происходящие при пропитке?
32. Пропитка огнеупоров расплавами шлаков. Причины образования зональной структуры в огнеупорах.
33. Откалывание кусков (скалывание) от огнеупора и его причины. Дайте развернутый ответ.
34. Чем определяется предельная температура службы огнеупоров в шлаковых расплавах?
35. Чем определяется предельная температура службы огнеупоров в агрессивных газах?
36. Магнезитовые огнеупоры. Области применения.
37. Доломитовые огнеупоры. Области применения.
38. Магнезито-углеродистые огнеупоры. Области применения. Достоинства и недостатки присутствия в них углерода.
39. Смоло-доломитовые огнеупоры. Области применения. Достоинства и недостатки присутствия в них углерода.
40. Почему применение электроплавленного сырья повышает химическую стойкость огнеупоров?

41. Почему можно снизить пропитку введением в высокоглиноземистые огнеупоры добавок оксида хрома или карбида кремния?
42. Корундо-углеродистые огнеупоры. Достоинства и недостатки присутствия в них углерода.
43. Влияние углерода в оксидно-углеродистых огнеупорах на процессы их пропитки шлаками.
44. Высокоглиноземистые огнеупоры на глинистой связке. Области их применения и химическое сопротивление.
45. Шамотные огнеупоры. Области их применения и химическое сопротивление.
46. Кремнеземистые огнеупоры. Области их применения и химическое сопротивление. Полиморфизм.
47. Огнеупоры на основе циркона. Области их применения и химическое сопротивление.
48. Огнеупоры в системе $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-SiO}_2$ (Бакор) Области их применения и химическое сопротивление.
49. Огнеупоры на основе диоксида циркония. Области их применения и химическое сопротивление. Полиморфизм.
50. Огнеупоры на основе карбида кремния (SiC). Области их применения и химическое сопротивление.

КР 2. Вопрос 2.

1. Строение расплавов металлов. Общее и отличие от оксидных расплавов.
2. Структура расплава металла на границе с керамикой.
3. Пути повышения металлоустойчивости керамики.
4. Размер пор в ННМ и их металлоустойчивость. Критический размер пор, в которые металл не проникает.
5. Способы выбора наиболее перспективного материала для изготовления металлоустойчивой керамики для данных условий службы.
6. Почему для экспериментальной проверки химического сопротивления керамики к расплавам металлов целесообразно использовать высокоплотные образцы из чистого сырья?
7. Применение равновесной термодинамики для определения химического сопротивления ННМ к расплавам металлов.
8. Основные химические реакции, происходящие при взаимодействии ННМ с расплавами металлов.
9. Как используют ряд активности металлов для оценки металлоустойчивости керамики?
10. Как используют ряд активности металлов для оценки металлоустойчивости многофазной керамики?
11. Как используют ряд активности для оценки металлоустойчивости керамики к сплавам металлов, например, сплавам алюминия?
12. Причины и последствия объемных изменений в керамике при ее взаимодействии с расплавами металлов.
13. Как оценить устойчивость к расплаву алюминия керамики из Al_2O_3 и AlN ? Можно ли применять Ряд стандартных электродных потенциалов металлов?
14. Какие реакции ННМ с расплавами металлов вносят основной вклад в разрушение (скалывание) материалов? Дайте развернутый ответ.
15. Какие процессы на поверхности контакта керамики с расплавами металлов могут повышать химическое сопротивление?
16. Роль реакций между ННМ и металлами при металлизации ННМ.
17. Особенности взаимодействия расплавов металлов с границами кристаллов в ННМ. Их роль в химическом сопротивлении ННМ.
18. Особенности взаимодействия расплавов металлов с границами кристаллов в ННМ. Их роль в металлизации ННМ.

19. Какие процессы на поверхности контакта керамики с расплавами металлов могут снижать химическое сопротивление?
20. Почему керамика из Si_3N_4 является более химически стойкой к расплаву алюминия, чем керамика из SiC ?
21. Особенности коррозии ННМ в расплавах металлических сплавов по сравнению с чистыми металлами.
22. Особенности коррозии многофазных ННМ в расплавах чистых металлов.
23. Особенности коррозии многофазных ННМ в расплавах металлических сплавов по сравнению с чистыми металлами.
24. Способы повышения химического сопротивления ННМ к расплавам металлов.
25. В чем основное отличие в структуре технической керамики от огнеупоров? Как это сказывается на химической стойкости.
26. Почему для технической керамики важнейшими видами коррозии являются жидкофазная, и газофазная?
27. Почему для технической керамики при коррозии растворение оказывается важнее, чем пропитка? Дайте развернутый ответ.
28. Области применения технической керамики и виды корродиентов, которые на нее воздействуют.
29. Применение технической керамики в печах. Виды корродиентов, которые на нее воздействуют.
30. Применение технической керамики в двигателях внутреннего сгорания и турбинах и вопросы коррозионной стойкости.
31. Виды корродиентов, которые воздействуют на техническую керамику при ее использовании в двигателях внутреннего сгорания и турбинах.
32. Почему оксидные и некоторые виды неоксидной технической керамики устойчивы к воздействию кислорода?
33. Коррозия высокотемпературных нагревателей из MoSi_2 , которые эксплуатируют на воздухе. Напишите химические реакции, объясняющие возможность применения таких нагревателей к окислительной среде.
34. Коррозия высокотемпературных нагревателей из MoSi_2 , которые эксплуатируют на воздухе. Как будут влиять на процесс кислые газы?
35. Коррозия высокотемпературных нагревателей из MoSi_2 , которые эксплуатируют на воздухе. Как будут влиять на процесс основные газы?
36. Коррозия высокотемпературных нагревателей из MoSi_2 , которые эксплуатируют на воздухе. Как будет влиять на процесс восстановительная среда, например, CO или H_2 ?
37. Почему высокотемпературное окисление на воздухе опасно для видов технической керамики, содержащих ионы с переменной степенью окисления: железо, хром, марганец, титан и др.? Дайте развернутый ответ.
38. В каких средах можно применять плотную керамику из Al_2O_3 ? Почему именно Al_2O_3 демонстрирует такие свойства?
39. Почему керамика из диоксида циркония является очень химически стойкой? Какую роль при коррозии играют добавки CaO , MgO или Y_2O_3 и зачем их применяют?
40. В каких средах керамика из SiC показывает высокую химическую стойкость, а в каких – нет?
41. Почему керамику из SiC можно эксплуатировать на воздухе при температурах, когда термодинамические расчеты показывают возможность ее реакции с кислородом?
42. Почему керамика из SiC более устойчива к окислению, чем керамика из Si_3N_4 ?
43. Почему керамика из SiC , полученная реакционным спеканием, менее химически устойчива, чем керамика из SiC , полученная горячим прессованием?
44. Какие диффузионные процессы могут лимитировать окисление Si_3N_4 ?
45. Какие процессы на поверхности при высоких температурах в присутствии оксидов углерода могут происходить при низком давлении кислорода?

46. Почему камеры внутреннего сгорания из Si_3N_4 интенсивно корродируют при использовании недостаточно очищенного топлива?
47. Приведите примеры агрессивных газовых сред, в которых защитный слой из SiO_2 разрушается. Объясните причины разрушения.
48. Почему керамику из нитрида бора не защищает образующийся оксидный слой?
49. Почему керамика из плотного чистого BN относительно устойчива в водных растворах щелочей?
50. Почему керамика из нитрида бора достаточно устойчива к расплавам многих металлов?

Контрольная работа (КР) № 3. Раздел 3. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная содержит 2 вопроса, максимальная оценка вопроса – 10 баллов за каждый вопрос.

КР 3. Вопрос 1.

1. Почему сложно создать универсальные методы испытаний химической стойкости ННМ?
2. Какие параметры (показатели) можно использовать для оценки химической стойкости ННМ?
3. Классификация методов оценки химического сопротивления ННМ по виду агрессивной среды.
4. Классификация методов оценки химического сопротивления ННМ по гидродинамическому режиму взаимодействия.
5. В чем проблемы оценки химической стойкости ННМ по потере массы?
6. Определение стеклоустойчивости огнеупоров по степени выплавления стеклофазы на поверхности огнеупора.
7. Причины попадания газовых пузырей в стекломассу. Оценка показателя пузыреобразования (индекса пузыреобразования).
8. Тигельный метод изучения химической стойкости. Виды корродиентов. Оцениваемые параметры.
9. Достоинства и недостатки метода вращения образца в агрессивной среде.
10. Проблемы заводских испытаний химической стойкости ННМ.
11. Последовательность проведения исследований химической стойкости керамики из простых оксидов с учетом положения образующего оксид металла в Таблице Д.И.Менделеева.
12. Последовательность действий при выборе наиболее химически устойчивого материала для конкретных условий службы.
13. Материалы, из которых могут состоять дисперсионные среды (матрицы) и дисперсные фазы (армирующая фаза).
14. Классификация композитов по геометрическим параметрам.
15. Какие композиты на основе ННМ относят к нанокompозитам?
16. Особенности коррозии керамоматричных композитов по сравнению с коррозией керамики.
17. Волокна из SiC фирмы Nicalon, производимые из органо-металлических соединений, содержат ~9% кислорода и ~11% углерода. Как это сказывается на их химической стойкости к окислению. Напишите реакции.
18. Покрытия на армирующие волокна (интерфаза) из роль и назначение.
19. Механизм вытаскивания волокон при движении трещины.
20. Требования к покрытиям для армирующих волокон.
21. Почему в качестве покрытий на армирующие волокна часто используют углерод и BN?
22. Достоинства и недостатки применения покрытий из BN и их окисления.
23. Достоинства керамоматричных композитов. Проблемы, связанные с их химическим сопротивлением.
24. Причины образования растягивающих напряжений и трещин на границе матрица-

армирующая фаза.

25. Процессы коррозии на воздухе композита с матрицей из Al_2O_3 , армированный волокнами из SiC .
26. Почему в композите дисперсный TiN в матрице из Al_2O_3 при окислении происходит переход от параболической к линейной кинетике?
27. Почему композит дисперсный TiN в матрице из Al_2O_3 получают при горячем прессовании при температуре ниже 1500°C ? Напишите химическую реакцию.
28. Как происходит окисление композита с матрицей из Al_2O_3 , армированной частицами никеля (5% - 35 %)?
29. В чем недостатки композитов с матрицами из стекла?
30. Почему присутствие в стеклофазе модификаторов, облегчают диффузионный массоперенос кислорода?
31. Какое соединение может образовываться в качестве интерфазы в композите с матрицей из шпинели ($\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), армированной волокнами SiC при высокотемпературном окислении? Напишите уравнения.
32. Какие преимущества может дать использование покрытия из BN вместо углерода в композите SiC волокно/ SiC матрица?
33. Требования, предъявляемые к покрытиям в системе Si-B-C для защиты от окисления углеродных волокон в композитах с матрицей из углерода?
34. Какие реакции происходят в композите с матрицей из Ti_3SiC_2 , армированной волокнами из SiC , при окислении?
35. Меры по увеличению химической стойкости пограничной области между материалом и корродиентом.
36. Биокоррозия – определение. В каких средах она наблюдается? Какие химические элементы используют биоагенты для своего питания?
37. Каким образом биоагенты разрушают материалы?
38. Общее и отличие биокоррозии от обычной коррозии.
39. Какие внешние условия способствуют биокоррозии?
40. Аэробные и анаэробные бактерии. Их роль в биокоррозии.
41. Визуальные и другие методы определения наличия биокоррозии.
42. В чем особенность грибной или микологической коррозии?
43. Условия, способствующие грибной или микологической коррозии?
44. Какие свойства оксидных материалов изменяются под воздействием обрастания грибами у порошков?
45. Методы борьбы с биокоррозией.
46. Основные биоповреждающие агенты оптических деталей.
47. Условия развития и продукты питания плесневых грибов, растущих на поверхности оптических стекол.
48. На какие свойства влияет биокоррозия на поверхности оптических стекол?
49. Как попадают плесневые грибы на поверхности оптических стекол, и отчего зависит их развитие?
50. Методы борьбы с биокоррозией оптических стекол.

КР 3. Вопрос 2.

1. Применение диаграмм состояния для оценки возможных реакций с керамики с расплавом стекла.
2. Оценка возможности реакций керамики с расплавом стекла.
3. Механизм непрямого растворения (инконгруэнтное растворение или гетерогенное растворение) керамики в расплаве стекла.
4. Факторы, способствующие пропитке керамики расплавом стекла и его компонентами.
5. Строение и роль пропитанного слоя керамики при ее взаимодействии с расплавом стекла. Объясните причины.

6. Почему при выборе перспективного вида применяемых в стекловарении огнеупоров целесообразно испытывать беспористую и чистую керамику?
7. Как ведут себя катионы с переменной степенью окисления из керамики и стекла в процессе коррозии огнеупора?
8. Почему стекла, содержащие свинец, весьма агрессивны к керамике?
9. Как происходит коррозия огнеупоров, поставляющих в расплав одновременно катионы K_1 и K_2 (например, $2MgO \cdot SiO_2$; $MgO \cdot Al_2O_3$, ZrO_2 , стабилизированный CaO или Y_2O_3 и т.д.) при коррозии в расплаве стекла?
10. Почему обработка рабочей поверхности огнеупоров газовой горелкой повышает стеклоустойчивость? Дайте развернутый ответ.
11. Критический размер пор для расплава стекла и его значение для стеклоустойчивости?
12. Применение добавок, уменьшающих смачиваемость керамики стеклом.
13. Дорожная карта при выборе перспективного огнеупора из сложных оксидов для плавления стекла заданного состава.
14. В чем особенности подбора керамики для тиглей, применяемых при варке оптических стекол?
15. Достоинства и недостатки применения огнеупорных бетонов в стекловаренных печах?
16. Полиморфизм и его роль в стеклоустойчивости тиглей из плавленного SiO_2 .
17. Механизм действия оксида свинца, содержащегося в стекле, на керамику из плавленного SiO_2 .
18. Почему введение в керамику на основе Al_2O_3 добавок MgO обычно повышает устойчивость к расплаву стекла?
19. Почему тигли из шпинели ($MgAl_2O_4$) показывают более высокую устойчивость к расплаву стекла, чем тигли из плавленного SiO_2 ?
20. Механизм взаимодействия муллита ($Al_6Si_2O_{13}$) с оптическим стеклом.
21. Динамический метод изучения взаимодействия керамики со стеклом. Его достоинства и недостатки.
22. Роль керамики в образовании пузырей в стекле.
23. Почему сухие агрессивные газы мало воздействуют на стекло?
24. Особенности структуры стекол, влияющие на химическое сопротивление.
25. Катионы-модификаторы и их роль в химическом сопротивлении стекла.
26. Влияние поверхностных атомов на химическое сопротивление стекла.
27. Механизм взаимодействия «свежих» поверхностей стекла с водой.
28. Роль силанольных групп на поверхности стекла в его химическом сопротивлении.
29. Механизм выщелачивания поверхности стекла в воде и кислотах.
30. В чем специфика воздействия HF и бифторидов щелочных металлов на стекла?
31. Механизм коррозии поверхности стекла при недостатке воды.
32. Причины образования геля кремниевой кислоты на поверхности стекла.
33. Перечислите требования, предъявляемые к полимерным порошкам для разделения листов стекла. Почему их стали применять вместо бумаги.
34. Меры, принимаемые при транспортировке листового стекла для защиты от коррозии.
35. Перечислите области применения и виды изделий из химико-лабораторного стекла. Преимущества применения стекла в виде конструкционных материалов.
36. Дополнительные требования к химико-лабораторному стеклу.
37. Как меняют состав стекла, чтобы повысить его химическую стойкость?
38. II группа — алюмоборосиликатные стекла с пониженным содержанием оксидов щелочных металлов (по химическому составу химико-лабораторные стекла).
39. Цирконий-содержащие стекла (по химическому составу химико-лабораторные стекла).
40. Принципы создания стекол, устойчивых к щелочам.
41. Механизм коррозии цементного камня под воздействием повышенных температур и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.

42. Механизм биокоррозии цементного камня и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.
43. Механизм коррозии цементного камня под воздействием кристаллизации солей и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.
44. Механизм коррозии цементного камня под воздействием повышенных температур и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.
45. Механизм коррозии цементного камня под воздействием кислых газов и кислот, и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.
46. Коррозия железобетона в присутствии хлорид-ионов и меры по повышению коррозионной стойкости материала против этого вида коррозии.
47. Коррозия цементного камня под воздействием низких температур и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.
48. Коррозия цементного камня вследствие образования вторичного этtringита и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.
49. Механизм коррозии цементного камня под воздействием попеременного замораживания-оттаивания и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.
50. Общие меры повышения коррозионной стойкости цементов.

Контрольная работа (КР) № 4. Контрольная работа состоит из 3-х вопросов (по одному вопросу из каждого раздела). Максимальная оценка за каждый из вопросов № 1 и № 2 – 13 баллов за каждый, за вопрос №3 – 14 баллов. Максимальная оценка контрольную работу №4 – 40 баллов.

КР 4. Вопрос № 1. Раздел 1. Максимальная оценка за вопрос – 13 баллов.

1. Кинетическая область процесса взаимодействия ННМ с жидкостями и газами.
2. Диффузионная область процесса взаимодействия ННМ с жидкостями и газами.
3. Переход из кинетической области в диффузионную при изменении гидродинамического режима растворения и при повышении температуры процесса.
4. Сравните влияние состояния поверхности (ориентации кристаллов, примесей и точечных дефектов при растворении образца из ННМ в кинетической и в диффузионной областях. Дайте развернутый ответ.
5. Объясните, почему в кинетической области процесс значительно сильнее зависит от содержания примесей, чем в диффузионной области.
6. Понятие диффузионного слоя. Приведите схематический рисунок.
7. Какой вид и почему имеет зависимость скорости растворения цилиндрического образца из ННМ от скорости его вращения, если процесс происходит в диффузионной области?
8. Структура (строение) диффузионного слоя при наличии нескольких видов катионов в ННМ и агрессивной среде.
9. Первый механизм образования ДЭС на примере растворения AgI в воде и его значение для растворения ННМ.
10. Второй механизм образования ДЭС и его значение для растворения ННМ.
11. Третий механизм образования ДЭС и его значение для растворения ННМ.
12. Механизм образования заряда на поверхности керамики из Al_2O_3 при ее растворении в расплаве натрийкальцийсиликатного стекла.
13. Механизм образования заряда на поверхности керамики из BaO при ее растворении в расплаве натрийкальцийсиликатного стекла.
14. Влияние насыщения корродиента компонентами ННМ на процесс коррозии в диффузионной области.
15. Почему при растворении ННМ в диффузионной области в отличие от кинетической понижена чувствительность процесса к содержанию в образце примесей?

16. Почему при растворении монокристаллов из ННМ в диффузионной области в отличие от кинетической понижена чувствительность процесса к их кристаллографической ориентации?
17. Объясните, почему при растворении в диффузионной области образца из ННМ, содержащего различного вида катионы, диффузионный слой приобретает зональную структуру?
18. Эмпирическая формула Нернста и ее применение для описания процесса растворения ННМ.
19. Первый закон Фика и его применение для описания процесса растворения ННМ.
20. Эмпирическая формула Нернста и первый закон Фика. Что в них общего?
21. Второй закон Фика и его применение для описания процесса растворения ННМ.
22. Какие требования предъявляют к режиму вращения и к структуре образца при использовании формулы Левича?
23. Объясните, в чем проблемы применения формулы Левича для процессов растворения в газообразном корродиенте.
24. Проблемы использования формулы Левича для изучения процессов растворения ННМ в жидких корродиентах.
25. Объясните, почему при растворении в диффузионной области образца из ННМ, в корродиенте, содержащем различного вида катионы, диффузионный слой приобретает зональную структуру?
26. Поры и трещины (открытые и закрытые) в ННМ. Их роль в процессах коррозии.
27. Структура пор. в ННМ и ее влияние на процесс коррозии в жидкости и газе.
28. Фазы, находящиеся на поверхности пор в ННМ, и их роль в процессе взаимодействия с корродиентом.
29. Продукты химического взаимодействия ННМ с корродиентом и их роль в дальнейшем процессе коррозии.
30. Польза и опасности образования твердых продуктов реакции ННМ с корродиентом в порах и трещинах.
31. Предложите и обоснуйте пути повышения химического сопротивления ННМ.
32. Коэффициент пропитки ННМ корродиентом, зависящий от структуры пор в ННМ: $F_{\text{стр}} = \varepsilon_{\text{эф}} [1/(\zeta \cdot k_o^{1/2})] \tau_g^{1/2} \exp(25 \ln^2 S_g / 8)$. Что означают параметры уравнения? Условия, при выполнении которых можно использовать это уравнение.
33. Коэффициент подвижности при пропитке ННМ и входящие в него параметры: $F_{\text{подв}} = \sigma / \eta$. Условия, при выполнении которых можно использовать это уравнение.
34. Коэффициент смачивания при пропитке ННМ и входящие в него параметры: $F_{\text{смач}} = (\cos \varphi)^{1/2}$. Условия, при выполнении которых можно использовать это уравнение.
35. Приведите меры по увеличению химического сопротивления пористых ННМ и поясните их действие?
36. Почему границы кристаллов имеют меньшую химическую стойкость, чем кристаллы?
37. Почему на границах кристаллов в ННМ концентрируются легкоплавкие примеси?
38. Почему в ННМ из более чистого сырья границы между кристаллами тоньше? Как сказывается на химическом сопротивлении ННМ?
39. Расставьте элементы структуры ННМ по возрастанию их опасности при коррозии ННМ. Обоснуйте их расположение.
40. Объясните, почему для выбора наиболее перспективного ННМ целесообразно исследовать высокоплотные образцы ННМ, изготовленные из чистого сырья.
41. Строение жидкостей и его связь с химическим сопротивлением ННМ.
42. Причины образования высолов на лицевом кирпиче и способы их устранения.
43. Морозостойкость стеновых строительных материалов из ННМ. Поры опасного размера.
44. Процесс кристаллизации эвтектики и его влияние на распределение эвтектик в ННМ.

45. Процесс взаимодействия двух кристаллов, образующих эвтектику. Роль таких процессов в конструкциях из ННМ разных видов.
46. Строение оксидных расплавов. Катионы K_1 и K_2 . Их роль в диффузионном массопереносе в жидкой фазе.
47. Основность расплавов оксидов через соотношение основных и кислых оксидов и концентрацию (активность) анионов кислорода.
48. Изменения вязкости металлургических шлаков от увеличения содержания кислых оксидов. Причины возрастания вязкости в кислых и в основных расплавах по отношению к минимальной.
49. Температурный коэффициент поверхностного натяжения корродиента. Влияние поверхностного натяжения корродиента на процесс коррозии ННМ.
50. Образование диффузионного слоя. Как и почему меняется поверхностное натяжение жидкости в диффузионном слое?

КР 4. Вопрос № 2. Раздел 2. Максимальная оценка за вопрос – 13 баллов

1. Основность (кислотность) оксидных расплавов и способы ее выражения
2. Недостатки оценки возможности химической реакции с помощью равновесной термодинамики.
3. Применение ряда активности металлов для грубой оценки относительного химического сопротивления различных ННМ.
4. Пропитка при взаимодействии ННМ с агрессивной средой. Факторы, способствующие пропитке. Перерождение керамики при пропитке.
5. Применение диаграмм состояния двойных систем для оценки опасности взаимодействия керамика-корродиент.
6. Катионы K_2 в коррозионном расплаве и их роль в формировании структуры диффузионного слоя.
7. Роль одновременного присутствия катионов K_1 и K_2 . Как меняется состав диффузионного слоя при взаимодействии многофазной керамики с однокомпонентным оксидным расплавом?
8. Процессы в диффузионном слое при взаимодействии многофазной керамики с однокомпонентным оксидным расплавом. Роль катионов K_1 и K_2 .
9. Катионы K_2 в агрессивном расплаве и их роль в формировании структуры пропитываемого слоя керамики.
10. Последствия процессов пропитки ННМ агрессивными средами. Изменения структуры, представляющие наибольшую опасность для химического сопротивления.
11. Условия, при которых скорость растворения определяется процессом диффузии катионов в твердом теле.
12. Динамические механические напряжения в керамики и их влияние на скорость взаимодействия с агрессивной средой.
13. Влияние на химическое сопротивление ННМ подведения к ним дополнительных энергетических воздействий. Дайте развернутый ответ.
14. Приведите примеры огнеупоров кислого характера. Какие расплавы шлаков для них опасны? Дайте развернутый ответ.
15. Взаимодействие огнеупоров с оксидными расплавами (шлаками). В какой области (кинетической или диффузионной) обычно происходят процессы? Дайте развернутый ответ.
16. Пропитка огнеупоров расплавами шлаков. Процессы, происходящие при пропитке.
17. Откалывание кусков (скалывание) от огнеупора и его причины. Дайте развернутый ответ.
18. Предельная температура службы огнеупоров в агрессивных газах. Чем она определяется?
19. Доломитовые огнеупоры. Свойства и области применения.

20. Смоло-доломитовые огнеупоры. Области применения. Достоинства и недостатки присутствия в них углерода.
21. Пропитку высокоглиноземистых огнеупоров уменьшают введением добавок оксида хрома или карбида кремния. Объясните это явление.
22. Влияние углерода в оксидно-углеродистых огнеупорах на процессы их пропитки шлаками.
23. Шамотные огнеупоры. Области их применения и химическое сопротивление.
24. Огнеупоры на основе циркона. Области их применения и химическое сопротивление.
25. Огнеупоры на основе диоксида циркония. Области их применения и химическое сопротивление. Полиморфизм.
26. Структура расплава металла на границе с керамикой.
27. Размер пор в ННМ и их металлоустойчивость. Критический размер пор, в которые металл не проникает.
28. Объясните, почему для сравнительной экспериментальной проверки химического сопротивления различных видов керамики к расплавам металлов целесообразно использовать высокоплотные образцы из чистого сырья.
29. Основные химические реакции, происходящие при взаимодействии ННМ с расплавами металлов. Приведите примеры.
30. Использование Ряда активности металлов для оценки металлоустойчивости многофазной керамики.
31. Причины и последствия объемных изменений в керамике при ее взаимодействии с расплавами металлов.
32. Реакции ННМ с расплавами металлов, вносящие основной вклад в разрушение (скалывание) материалов. Дайте развернутый ответ.
33. Роль реакций между ННМ и металлами при металлизации ННМ.
34. Особенности взаимодействия расплавов металлов с границами кристаллов в ННМ. Их роль в металлизации ННМ.
35. Керамика из Si_3N_4 по термодинамическим расчетам является менее химически стойкой к расплаву алюминия, чем керамика из SiC . Эксперимент дал противоположный результат. Объясните полученный результат.
36. Особенности коррозии многофазных ННМ в расплавах чистых металлов.
37. Способы повышения химического сопротивления ННМ к расплавам металлов.
38. Для технической керамики при коррозии растворение оказывается важнее, чем пропитка. Объясните причину.
39. Области применения технической керамики и виды корродиентов, которые на нее воздействуют.
40. Применение технической керамики в двигателях внутреннего сгорания и турбинах и вопросы коррозионной стойкости.
41. Оксидные и некоторые виды неоксидной технической керамики устойчивы к воздействию кислорода. Объясните причину.
42. Коррозия высокотемпературных нагревателей из MoSi_2 , которые эксплуатируют на воздухе. Влияние на процесс коррозии кислых газов.
43. Коррозия высокотемпературных нагревателей из MoSi_2 , которые эксплуатируют на воздухе. Влияние на процесс восстановительной газовой среды, например, CO или H_2 .
44. Плотную керамику из Al_2O_3 можно применять в различных агрессивных средах. Объясните причину.
45. Химические свойства керамика из SiC .
46. Объясните причину большей устойчивости к окислению керамика из SiC по сравнению с керамикой из Si_3N_4 .
47. Диффузионные процессы, лимитирующие окисление Si_3N_4 .
48. Коррозия керамики в камерах внутреннего сгорания из Si_3N_4 ускоряется при использовании недостаточно очищенного топлива. Объясните причину этого явления.

49. При окислении керамики из нитрида бора образуется оксидный слой. Почему он не защищает керамику от дальнейшего окисления?
50. Керамика из нитрида бора достаточно устойчива к расплавам многих металлов. Объясните причину.

КР 4. Вопрос № 3. Раздел 3. Максимальная оценка за вопрос – 14 баллов

1. Назовите причины, препятствующие созданию универсального метода испытаний химической стойкости ННМ.
2. Параметры (показатели), которые можно использовать для оценки химической стойкости ННМ.
3. Классификация методов оценки химического сопротивления ННМ по виду агрессивной среды.
4. Причины попадания газовых пузырей в стекломассу. Оценка показателя пузыреобразования (индекса пузыреобразования).
5. Достоинства и недостатки метода вращения образца в агрессивной среде.
6. Последовательность проведения исследований химической стойкости керамики из простых оксидов с учетом положения образующего оксид металла в Таблице Д.И.Менделеева.
7. Материалы, из которых могут состоять дисперсионные среды (матрицы) и дисперсные фазы (армирующая фаза).
8. Какие композиты на основе ННМ относят к нанокompозитам?
9. Особенности коррозии керамоматричных композитов по сравнению с коррозией керамики.
10. Механизм вытаскивания волокон при движении трещины.
11. Требования к покрытиям для армирующих волокон.
12. Достоинства и недостатки применения покрытий из BN и их окисления.
13. Причины образования растягивающих напряжений и трещин на границе матрица-армирующая фаза.
14. В композите, состоящем из дисперсного TiN в матрице из Al_2O_3 , при окислении происходит переход от параболической к линейной кинетике. Объясните причину.
15. Процессы, которые происходят при окислении композита с матрицей из Al_2O_3 , армированной частицами никеля (5% - 35 %).
16. В матрице из стекла, содержащего модификаторы, облегчается диффузионный массоперенос кислорода. Объясните причины.
17. Реакции, которые происходят при окислении в композите с матрицей из Ti_3SiC_2 , армированной волокнами из SiC.
18. Биокоррозия – определение. Окружающие среды, в которых наблюдается биокоррозия. Химические элементы, которые используют биоагенты для своего питания.
19. Общее и отличие биокоррозии от обычной коррозии.
20. Аэробные и анаэробные бактерии. Их роль в биокоррозии.
21. Грибная или микологическая коррозия и ее особенности.
22. Свойства оксидных порошков, которые изменяются под воздействием обростания грибами.
23. Основные биоповреждающие агенты оптических деталей.
24. Свойства, на которые влияет биокоррозия поверхности оптических стекол.
25. Методы борьбы с биокоррозией оптических стекол.
26. Применение диаграмм состояния для оценки возможных реакций с керамикой с расплавом стекла.
27. Оценка возможности реакций керамики с расплавом стекла.
28. Факторы, способствующие пропитке керамики расплавом стекла и его компонентами.
29. При выборе перспективного вида применяемых в стекловарении огнеупоров целесообразно испытывать беспористую и чистую керамику. Объясните, почему так

поступают.

30. Стекла, содержащие свинец, весьма агрессивны к керамике. Объясните причину.
31. Обработка рабочей поверхности огнеупоров газовой горелкой повышает стеклоустойчивость. Объясните причину.
32. Применение добавок, уменьшающих смачиваемость керамики стеклом.
33. Особенности подбора керамики для тиглей, применяемых при варке оптических стекол.
34. Полиморфизм и его роль в стеклоустойчивости тиглей из плавленного SiO_2 .
35. Введение добавок MgO в керамику на основе Al_2O_3 обычно повышает устойчивость к расплаву стекла. Объясните причину.
36. Механизм взаимодействия муллита ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) с оптическим стеклом.
37. Роль керамики в образовании пузырей в стекле.
38. Особенности структуры стекол, влияющие на химическое сопротивление.
39. Механизм взаимодействия «свежих» поверхностей стекла с водой.
40. Роль силанольных групп на поверхности стекла в его химическом сопротивлении.
41. Специфика воздействия HF и бифторидов щелочных металлов на стекла.
42. Меры, принимаемые при транспортировке листового стекла для защиты от коррозии.
43. Дополнительные требования к химико-лабораторному стеклу.
44. II группа — алюмоборосиликатные стекла с пониженным содержанием оксидов щелочных металлов (по химическому составу химико-лабораторные стекла).
45. Принципы создания стекол, устойчивых к щелочам.
46. Механизм биокоррозии цементного камня и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.
47. Механизм коррозии цементного камня под воздействием повышенных температур и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.
48. Коррозия железобетона в присутствии хлорид-ионов и меры по повышению коррозионной стойкости материала против этого вида коррозии.
49. Коррозия цементного камня вследствие образования вторичного этtringита и меры по повышению коррозионной стойкости цемента против этого вида коррозии.
50. Общие меры повышения коррозионной стойкости цементов.

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. Н.Т. Андрианов, В.Л. Балкевич, А.В. Беляков, А.С. Власов, И.Я. Гузман, Е.С. Лукин, Ю.М. Мосин, Б.С. Скидан. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов // Под ред. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. 496 с.
2. Кашеев, И. Д. Производство огнеупоров : учебное пособие для вузов / И. Д. Кашеев, К. Г. Земляной. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 344 с. — ISBN 978-5-507-45001-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/255098> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Славчева, Г. С. Системная диагностика качества строительных материалов : учебное пособие для вузов / Г. С. Славчева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 240 с. — ISBN 978-5-507-49339-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/387320> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Защитно-декоративные покрытия для керамики, стекла и искусственных каменных безобжиговых материалов / Ю. А. Щепочкина, В. С. Лесовик, В. М. Воронцов [и

др.]. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 100 с. — ISBN 978-5-507-46184-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/302270> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б. Дополнительная литература

1. Беляков А. В. Коррозионная стойкость тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учеб. пособие. — М.: ПХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. — 160 с.
2. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие / С. В. Сапунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1793-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211805> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Артамонова М. В. и др. Химическая технология стекла и ситаллов: учебник для вузов / под ред. Н. М. Павлушкина. М.: Стройиздат, 1983. 432 с. Раздел 9. Химическая устойчивость стекол.
4. Галимов, Э. Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения : учебное пособие / Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-4864-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126707> (дата обращения: 31.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов». ISSN: 0235-2206

«Цемент и его применение». ISSN 0041-4867

«Строительные материалы». ISSN 0585-430X

«Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века». ISSN 1729-9209

«ZKG International». ISSN 0949-0205

«Cement International». ISSN 1810-6199

«Cement and Concrete Research». ISSN 0958-9465

«Cement and Concrete Composites». ISSN 0958-9465

«Construction and Building Materials». ISSN: 0950-0618

«Стекло и керамика». ISSN: 01319582

«Техника и технология силикатов». ISSN 2076-0655

«Неорганические материалы». ISSN (PRINT): 0044-457X

«Новые огнеупоры». ISSN: 16834518

Ж. Journal of Non-Crystalline Solids. ISSN: 0022-3093

<http://olkolon.narod.ru/keramika.html>

Книги по керамике

<http://ceramics.org/>

Official site of the American Ceramic Society

<http://www.ceramic.or.jp/welcome.html>

official website of the Japanese Ceramic Society

<http://www.journals.elsevier.com/journal-of-the-european-ceramic-society/>

Journal of the European Ceramic Society

http://www.researchgate.net/journal/0955-2219_Journal_of_the_European_Ceramic_Society

Journal of the European Ceramic Society

<http://digsitevalue.net/k/journal-british-ceramic-society>

Websites for journal british ceramic society

www.centerprioritet.ru — СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) — заказ литературы, русскоязычные издания

<http://www.nanometer.ru/> - «Нанометр» - нанотехнологическое сообщество

<http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> - «Нано Технологии»

<http://www.nanonewsnet.ru/> - Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России

<http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России

<http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access

<http://www.superhimik.com/forum.htm> - Золотые купола химии

<http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science

<http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов

http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/ - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

www.sciyo.com - Welcome to Sciyo! Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS

<http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека

<http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России

<http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета

<http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов

<http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация

<http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах

<http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам

<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

<http://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX; Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.

Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 12;
- комплекты образцов керамических, стеклообразных, вяжущих, композиционных материалов – 4;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 360);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 120);
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium.

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 «Химическое сопротивление высокотемпературных функциональных материалов и защита от коррозии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; плакаты диаграмм состояния тугоплавких неорганических и силикатных систем; комплекты колебательных спектров и спектров люминесценции ВФМ; наборы образцов тугоплавких неорганических и силикатных материалов; демонстрационные изделия из силикатных материалов.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками ВФМ.

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

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

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

26.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
32.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook 	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025

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

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1.</p> <p>Сведения о кинетике гетерогенных процессов. Влияние структуры неметаллических материалов и свойств корродиента на Химическое сопротивление высокотемпературных функциональных материалов и защита от коррозии</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – современные проблемы процессов, происходящих при взаимодействии ВФМ с агрессивными средами, особенностями этих процессов химическом сопротивлении керамических, стеклообразных и вяжущих материалов, а также композитов на их основе; – методы изучения химического сопротивления керамических, стеклообразных и вяжущих материалов, а также композитов на их основе. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – связывать физические и химические свойства ВФМ с их эксплуатационной надежностью и долговечностью в условиях воздействия агрессивной окружающей среды – выполнять расчеты по оценке возможных химических реакций и объемных эффектов при взаимодействии ВФМ с агрессивной средой; – обосновывать принятие конкретного технического решения при выборе ВФМ, имеющего наибольшее химическое сопротивление в конкретных агрессивных средах; – проводить анализ справочных и литературных данных. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знаниями о наиболее перспективных методах оценки химического сопротивления ВФМ к агрессивным средам, обеспечивающих наиболее эффективное применение выбранного материала и повышение срока его службы; – технологическими решениями, обеспечивающими повышение химического сопротивления ВФМ в конкретных условиях его эксплуатации. 	<p>Оценка за контрольную работу №1.</p> <p>Оценка за контрольную работу №4.</p>
<p>Раздел 2.</p> <p>Общие процессы и методы исследования взаимодействия ВФМ с корродиентом. Особенности химической стойкости</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – современные проблемы процессов, происходящих при взаимодействии ВФМ с агрессивными средами, особенностями этих процессов химическом сопротивлении керамических, стеклообразных и вяжущих материалов, а также композитов на их основе; – методы изучения химического сопротивления керамических, 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за контрольную работу №4.</p>

<p>керамических материалов</p>	<p>стеклообразных и вяжущих материалов, а также композитов на их основе.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – связывать физические и химические свойства ВФМ с их эксплуатационной надежностью и долговечностью в условиях воздействия агрессивной окружающей среды – выполнять расчеты по оценке возможных химических реакций и объемных эффектов при взаимодействии ВФМ с агрессивной средой; – обосновывать принятие конкретного технического решения при выборе ВФМ, имеющего наибольшее химическое сопротивление в конкретных агрессивных средах; – проводить анализ справочных и литературных данных. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знаниями о наиболее перспективных методах оценки химического сопротивления ВФМ к агрессивным средам, обеспечивающих наиболее эффективное применение выбранного материала и повышение срока его службы; – технологическими решениями, обеспечивающими повышение химического сопротивления ВФМ в конкретных условиях его эксплуатации. 	
<p>Раздел 3. Оценка коррозии. Биокоррозия ВФМ. Коррозия стеклообразных материалов и вяжущих материалов</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – современные проблемы процессов, происходящих при взаимодействии ВФМ с агрессивными средами, особенностями этих процессов химическом сопротивлении керамических, стеклообразных и вяжущих материалов, а также композитов на их основе; – методы изучения химического сопротивления керамических, стеклообразных и вяжущих материалов, а также композитов на их основе. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – связывать физические и химические свойства ВФМ с их эксплуатационной надежностью и долговечностью в условиях воздействия агрессивной окружающей среды – выполнять расчеты по оценке возможных химических реакций и объемных эффектов при взаимодействии ВФМ с агрессивной средой; – обосновывать принятие конкретного технического решения при выборе ВФМ, имеющего наибольшее химическое 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за контрольную работу №4.</p>

	<p>сопротивление в конкретных агрессивных средах;</p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ справочных и литературных данных. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знаниями о наиболее перспективных методах оценки химического сопротивления ВФМ к агрессивным средам, обеспечивающих наиболее эффективное применение выбранного материала и повышение срока его службы; – технологическими решениями, обеспечивающими повышение химического сопротивления ВФМ в конкретных условиях его эксплуатации. 	
--	--	--

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
«Химическое сопротивление высокотемпературных функциональных материалов и защита от коррозии»

основной образовательной программы
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

код и наименование направления подготовки

профиль «Технологические машины и оборудование производства высокотемпературных функциональных материалов»

наименование профиля

Форма обучения: очная

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

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Энерго- и ресурсосберегающие процессы и технологии производства
керамических материалов и изделий»**

**Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование**

**Профиль
«Технологические машины и оборудование производства
высокотемпературных функциональных материалов»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена доцентом кафедры химической технологии керамики и огнеупоров, к.т.н., доцентом Вартанян М.А.

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

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **15.03.02 Технологические машины и оборудование** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **химической технологии керамики и огнеупоров** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Энерго- и ресурсосберегающие процессы и технологии производства керамических материалов и изделий»** относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области аппаратного и технологического оформления процессов химической технологии, в частности технологии высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ).

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний и компетенций в области теории и практики осуществления технологических процессов получения основных видов высокотемпературных функциональных материалов с учетом принципов энерго- и ресурсоэффективности.

Задачи дисциплины – формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области проектирования технологии высокотемпературных функциональных материалов с учетом основных источников загрязнения окружающей среды при их производстве и на основе этих знаний выработка системного подхода к проектированию аппаратного оформления и реализации технологических процессов в указанной области материаловедения.

Дисциплина **«Энерго- и ресурсосберегающие процессы и технологии производства керамических материалов и изделий»** 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) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский				
Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов и агрегатов в области химической технологии и технологии материалов, в том числе с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов 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-1 Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-1.1 Знает принципы и порядок расчета деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности, и основные программные средства для их выполнения ПК-1.2 Умеет проектировать типовую технологическую оснастку с использованием прикладных программных средств ПК-1.3 Владеет методиками автоматизированного проектирования деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в прикладных программных средствах	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. ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция А Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 6, трудовая функция А/02.6 Разработка интегрированной информационной модели типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов
		ПК-2 Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-	ПК-2.1 Знает принципы и порядок разработки технической документации в соответствии с техническими требованиями к продукции и условиями реализации технологического процесса при нормальных	

		конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	условиях эксплуатации ПК-2.2 Умеет составлять техническое задание на экспертизу технической документации, готовить пояснительную записку (сведения) об объекте экспертизы ПК-2.3 Владеет навыками разработки проектной и технической документации и заключений по ней в соответствии с актуальными правовыми и регламентными нормами	ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). Обобщенная трудовая функция А Внедрение несложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 5, трудовая функция А/01.5 Сбор и обобщение информации о новых оборудовании и технологиях в термическом производстве ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018 № 573н). Обобщенная трудовая функция Г Проведение научно-экспериментальных исследований по отработке специализированных параметров неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, технологии их применения; уровень квалификации 6, трудовая функция G/05.6 Инженерное сопровождение при проведении входного контроля неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, препарации сборочных узлов,
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов и агрегатов в области химической технологии и технологии материалов, в том числе с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских	ПК-3 Способен выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	ПК-3.1 Знает основные виды управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки и программное обеспечение к ним ПК-3.2 Умеет проектировать режимы термической и химико-термической обработки с учетом требований энерго- и ресурсоэффективности ПК-3.3 Владеет методиками реализации разработанных режимов термической и химико-термической обработки в программах для управляющих средств оборудования	

	и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).		термической и химико-термической обработки	контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении серийных деталей и сборочных узлов и в рамках опытно-конструкторских работ
		ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них	<p>ПК-4.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ</p> <p>ПК-4.2 Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратурное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</p> <p>ПК-4.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p>	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

знать:

- основные источники загрязнения окружающей среды при производстве ВФМ;
- современные системы менеджмента;
- способы осуществления энерго- и ресурсоэффективного осуществления технологических процессов получения основных видов ВФМ;
- основные требования природоохранных нормативных документов;
- основы охраны труда, промышленной безопасности и защиты окружающей среды при организации и управлении производствами ВФМ и изделий из них.

уметь:

- использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире;
- устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий;
- использовать знания основных физических теорий для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления;
- применять наилучшие доступные технологии при производстве высокотемпературных материалов;
- использовать справочные документы по наилучшим доступным технологиям в российской системе технического регулирования.

владеть:

- методами проведения экологического контроля и мониторинга;
- методами получения правоохранительных экологических разрешений;
- методами оценки воздействия внедряемых технологических решений и проектов на окружающую среду;
- методами расчета экономической эффективности внедряемых технологических решений и проектов;

рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч	Астр. ч
Общая трудоемкость дисциплины	2,0	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,88	32	24
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
в том числе в форме практической подготовки	0,44	16	12
Самостоятельная работа:	1,12	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,12	0,2	0,15
Реферат		8	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		31,8	23,85
Вид контроля:			
Зачет	+	+	+
Вид итогового контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов			
		Всего	Лек	ПЗ	СР
1.	Предотвращение загрязнения окружающей среды предприятиями по производству высокотемпературных материалов. Комплексные экологические разрешения	32	6	6	20
2.	Основные принципы систем менеджмента	16	4	4	8
3.	Справочные документы по наилучшим доступным технологиям	24	6	6	12
Всего часов		72	16	16	40

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Охрана окружающей среды – одна из приоритетных и актуальных проблем современности.

Раздел 1. Предотвращение загрязнения окружающей среды предприятиями по производству высокотемпературных материалов. Комплексные экологические разрешения

Экологические последствия природопользования. Источники загрязнения атмосферы. Естественные источники и антропогенное загрязнение атмосферы. Трансграничный перенос загрязняющих веществ. Климатические последствия изменения состава атмосферы. «Парниковые» газы.

Основные показатели загрязнения окружающей среды при изготовлении керамических материалов. Выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, образование твердых отходов. Характеристика основных источников загрязнения. Воздействие пыли, вредных газов и других негативных факторов при производстве высокотемпературных материалов на человека.

Природоохранные разрешения в Российской Федерации. Нормирование качества воздуха и воды в Российской Федерации. Экологическая экспертиза. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании предприятий по производству изделий из керамики. Этапы проведения ОВОС.

Трактовка и использование понятия «наилучшие доступные технологии» (НДТ) в российском экологическом законодательстве. Применение режима наилучших доступных технологий в системе хозяйственного стимулирования к сокращению негативного воздействия на окружающую среду. Выдача разрешений на выбросы и сбросы в Российской Федерации.

Комплексные экологические разрешения. Природоохранные разрешения в ЕС. Концепция наилучших доступных технологий. Директива о комплексном предотвращении и контроле загрязнений. Процедура получения комплексных экологических разрешений.

Раздел 2. Основные принципы систем менеджмента

Справочный документ по общим принципам мониторинга. Измерение и мониторинг. Рассмотрение основных принципов производственного (экологического) мониторинга. Различные подходы к мониторингу. Как выражаются предельно допустимые выбросы/сбросы (ПДВ/ПДС) и результаты мониторинга. Временной график проведения мониторинга. Учет погрешностей измерений. Требования в области мониторинга, подлежащие включению в комплексные экологические разрешения наряду с ПДВ и ПДС. Режимы экологического мониторинга. Организованные и неорганизованные выбросы и сбросы. Отчетность по результатам мониторинга.

Необходимость повышения ресурсо- и энергоэффективности. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности в ЕС. Ключевые принципы обеспечения энергоэффективности. Пример постановки целей, задач, показателей и разработка программ энергоэффективности. Национальные стандарты по НДТ. Система энергоменеджмента. Ресурсосбережение. Производство керамической плитки. Производство кирпича и камня керамических.

Наилучшие доступные технологии для повышения энергоэффективности и экологической результативности. Новые подходы к стандартизации. Наилучшие доступные технологии.

Современные системы менеджмента организации: системы менеджмента качества, экологического менеджмента, энергоменеджмента, менеджмента безопасности, менеджмента поставщиков. Процедуры сертификации систем менеджмента. Стандарт BES 6001:2009 «Ответственный выбор источников (производителей) продукции для строительства».

Разработка и внедрение стандартов, направленных на повышение экологической результативности и энергетической эффективности производства высокотемпературных материалов. Требования к сертификации предприятий промышленности строительных материалов РФ. Обязательная сертификация строительных материалов. Системы добровольной сертификации: «зеленые» стандарты СДОС «НОСТРОЙ», стандарты BREEAM, LEED. Принципы стандарта BES 6001:2009 в области ответственных поставок строительных материалов. Учет требований к ресурсоэффективности и охране окружающей среды на протяжении жизненного цикла объектов «зеленого» строительства.

Раздел 3. Справочные документы по наилучшим доступным технологиям

Севильский процесс и справочные документы Евросоюза. Основные положения Директивы о комплексном предотвращении и контроле загрязнения (Директивы КПКЗ). Наилучшие Доступные Технологии в ЕС (Директива 2010/75/ЕС). «Вертикальные» и «горизонтальные» справочные документы по НДТ. Заключение по НДТ.

Перспективы распространения наилучших доступных технологий в России. Систематизация информации об НДТ в России: разработка национальных стандартов. Нормативно-правовая база в Российской Федерации в области НДТ. Концепция реализации перехода на принципы НДТ и внедрения современных технологий в промышленном секторе РФ. Обмен информацией при разработке Справочных документов по НДТ. Создание российского Бюро НДТ. Технические рабочие группы.

Критерии отнесения объектов, оказывающих значительное негативное воздействие на ОС и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий, к объектам разных категорий. Комплексные экологические разрешения в России. Создание российских справочников по наилучшим доступным технологиям – документов по стандартизации. Отнесение технологических процессов, оборудования, технических способов и методов к НДТ. Использование наилучших доступных технологий для повышения энергетической и экологической эффективности при производстве цемента, извести, оксида магния и изготовлении керамических изделий и изделий из стекла.

Содержание российских справочников по НДТ. Потребление сырьевых материалов. Снижение удельного потребления энергии (обеспечение энергетической эффективности). Выбор способа производства и оптимизация контроля технологического процесса. Выбор топлива и сырьевых материалов. Выбросы пыли. Газообразные вещества. Снижение выбросов металла. Производственные потери/отходы. Шум.

Выбор маркерных загрязняющих веществ в технологии стекла, керамических материалов и цемента. Маркеры – показатели технологической эффективности производства и маркеры – вещества или физические явления, возникающие при производстве высокотемпературных материалов. Меры борьбы с выбросами загрязняющих веществ при производстве высокотемпературных материалов. Выбросы пыли, NO_x, SO₂, металлов, монооксида углерода CO, газообразных хлоридов и фторидов.

Экономические аспекты реализации НДТ. Перспективы применения нормирования на основе наилучших существующих технологий в России. Порядок перехода отраслей промышленности строительных материалов на принципы наилучших доступных технологий. Возможности использования справочных документов по НДТ в российской системе технического регулирования.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:	+	+	+
	– основные источники загрязнения окружающей среды при производстве ВФМ		+	+
	– современные системы менеджмента	+	+	+
	– способы осуществления энерго- и ресурсоэффективного осуществления технологических процессов получения основных видов ВФМ	+	+	+
	– основные требования природоохранных нормативных документов	+	+	+
	– основы охраны труда, промышленной безопасности и защиты окружающей среды при организации и управлении производствами ВФМ и изделий из них	+	+	+
	Уметь:			
	– использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	+		
	– устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий	+	+	+
	– использовать знания основных физических теорий для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	+		
	– применять наилучшие доступные технологии при производстве высокотемпературных материалов	+	+	+
	– использовать справочные документы по наилучшим доступным технологиям в российской системе технического регулирования	+		+
	Владеть:			
	– методами проведения экологического контроля и мониторинга	+	+	
	– методами получения правоохранительных экологических разрешений	+	+	+
	– методами оценки воздействия внедряемых технологических решений и проектов на окружающую среду	+		
	– методами расчета экономической эффективности внедряемых технологических решений и проектов	+	+	+

	– рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
	– ПК-1 Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-1.1 Знает принципы и порядок расчета деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности, и основные программные средства для их выполнения ПК-1.2 Умеет проектировать типовую технологическую оснастку с использованием прикладных программных средств ПК-1.3 Владеет методиками автоматизированного проектирования деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в прикладных программных средствах	+	+	+
	– ПК-2 Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-2.1 Знает принципы и порядок разработки технической документации в соответствии с техническими требованиями к продукции и условиями реализации технологического процесса при нормальных условиях эксплуатации ПК-2.2 Умеет составлять техническое задание на экспертизу технической документации, готовить пояснительную записку (сведения) об объекте экспертизы ПК-2.3 Владеет навыками разработки проектной и технической документации и заключений по ней в соответствии с актуальными правовыми и регламентными нормами	+	+	+
	– ПК-3 Способен выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	ПК-3.1 Знает основные виды управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки и программное обеспечение к ним ПК-3.2 Умеет проектировать режимы термической и химико-термической обработки с учетом требований энерго- и ресурсоэффективности ПК-3.3 Владеет методиками реализации разработанных режимов термической и химико-термической обработки в программах для управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки	+	+	+

	<p>– ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них</p>	<p>ПК-4.1 Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ</p> <p>ПК-4.2 Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</p> <p>ПК-4.3 Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p>	+	+	+
--	---	---	---	---	---

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1.	1	<ul style="list-style-type: none"> - Возможные источники и факторы загрязнения окружающей среды – выбросы в воздух, сбросы в водные объекты, образование твердых отходов. - Выбросы оксидов азота, серы, монооксида углерода. «Углеродный след» промышленного производства. - Рациональное использование природных ресурсов. - Текущие уровни эмиссий в окружающую среду при производстве керамических материалов и изделий из них. - Воздействие пыли, вредных газов и других негативных факторов на человека. - Природоохранные разрешения. - Санитарно-эпидемиологические правила, нормативы и требования к технологиям. - Выдача комплексных экологических разрешений – согласие заинтересованных сторон. 	6
2.	2	<ul style="list-style-type: none"> - Общие принципы мониторинга. - Проведение мониторинга. - Различные подходы к мониторингу. - Отчетность по результатам мониторинга. - Производственный контроль в области охраны окружающей среды в Российской Федерации. - Система менеджмента качества. - Система экологического менеджмента. - Система энергоменеджмента. 	4
3.	3	<ul style="list-style-type: none"> - «Вертикальные» справочные документы по наилучшим доступным технологиям. - «Горизонтальные» справочные документы по наилучшим доступным технологиям. - Заключение по наилучшим доступным технологиям. - Использование информационно-технических справочников по НДТ в российской системе технического регулирования. - Критерии выбора маркерных веществ в информационно-технических справочниках при производстве изделий из керамики. 	6

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине «Энерго- и ресурсосберегающие процессы и технологии производства керамических материалов и изделий» и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в научных мероприятиях РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку реферата;
- подготовку к сдаче *зачета* (7 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), реферативно-аналитической работы (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме зачета (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Максимальная оценка за реферат – 30 баллов.

1. Выбросы загрязняющих веществ при производстве керамических материалов строительного назначения.
2. Использование отходов в качестве сырьевых материалов и/или альтернативного топлива при производстве керамических материалов.
3. Особенности технологии и выбросы загрязняющих веществ при производстве шамотных огнеупоров.
4. Особенности технологии и факторы негативного воздействия на окружающую среду при производстве углеродистых огнеупоров.
5. Источники и способы предотвращения негативного воздействия на окружающую среду при производстве технической керамики.
6. «Углеродный след» предприятий по производству керамики, политика по снижению промышленных выбросов углерода.
7. Природоохранный потенциал внедрения систем менеджмента на предприятиях по производству изделий из керамики.

8. Особенности применения систем менеджмента производства в технологии изделий из керамики.
9. Системы энергоменеджмента в производстве керамических материалов и изделий из них.
10. Системы экологического менеджмента на предприятиях по производству изделий из керамики.
11. Природоохранный потенциал систем менеджмента в производстве керамики.
12. Классификация источников выбросов загрязняющих веществ и способы предотвращения негативного воздействия.
13. Загрязняющие вещества, возникающие при производстве высокотемпературных материалов, эмитируемые в окружающую среду и наносящие вред окружающей среде и здоровью человека.
14. Влияние взвешенных частиц (пыли фракций PM_{10} и $PM_{2.5}$) на здоровье и жизнь людей.
15. Анализ практики производственного экологического контроля в Российской Федерации применительно к предприятиям по производству высокотемпературных материалов.
16. Добровольная сертификация строительных материалов в Российской Федерации
17. Обязательная сертификация строительных материалов в Российской Федерации
18. Использование «зеленых» технологий при строительстве зданий и сооружений в Российской Федерации.
19. Система добровольной сертификации объектов недвижимости «Зелёные стандарты».
20. Требования к ресурсоэффективности и охране окружающей среде на протяжении жизненного цикла объектов «зеленого» строительства.
21. Ответственный выбор производителей продукции при производстве строительных материалов на основе керамических материалов.
22. Ключевые принципы обеспечения энергоэффективности на предприятиях по производству керамических материалов.
23. Трактовка и использование понятий «наилучшие доступные» и «наилучшие существующие» технологии в российском экологическом законодательстве.
24. Перспективы распространения наилучших доступных технологий в России.
25. История и современное состояние Севильского процесса.
26. Процедура составления справочных документов по НДТ в рамках Севильского процесса.
27. Природоохранные разрешения в ЕС.
28. Концепция наилучших доступных технологий. Директива о комплексном предотвращении и контроле загрязнений.
29. Программы повышения ресурсоэффективности промышленного производства в зарубежных странах (на примере керамической промышленности).
30. Международные инициативы в области наилучших доступных технологий.
31. Создание российского национального Бюро по наилучшим доступным технологиям.
32. Наилучшие доступные технологии для повышения энергоэффективности и экологической результативности при производстве керамических материалов.
33. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям – документ национальной системы стандартизации.
34. Внедрение механизмов экономического стимулирования снижения загрязнения окружающей среде.
35. Отнесение объектов, оказывающих негативное влияние на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий.
36. Технологическое нормирование в области охраны окружающей среды.
37. Выдача комплексных экологических разрешений в России.
38. Государственное регулирование природопользования на основе наилучших доступных технологий в Российской Федерации.

39. Критерии выбора наилучших доступных технологий.
40. Отнесение технологических процессов, оборудования, технических способов и методов к наилучшим доступным технологиям при производстве высокотемпературных материалов.
41. Наилучшие доступные технологии производства керамических изделий.
42. Маркерные показатели в производстве изделий из керамики.
43. Переход промышленности на принципы наилучших доступных технологий и внедрение современных технологий в промышленном секторе РФ на примере производства изделий из керамики.
44. Инструменты государственного стимулирования модернизации производства высокотемпературных материалов.
45. Разработка сценария деловой игры «Выдача комплексных экологических разрешений предприятию по производству керамических материалов».
46. Применение информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям «Производство керамических изделий» при проведении оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании предприятий по производству высокотемпературных материалов.
47. Применение информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям при проведении оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании предприятий по производству высокотемпературных материалов.
48. Процедура получения комплексных экологических разрешений.
49. Основные принципы системы комплексных экологических разрешений.
Экологическое нормирование на принципах наилучших доступных технологий.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы 30 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Основные экологические проблемы современности.
2. Оценка значимости природных ресурсов в жизни общества.
3. Масштабы потребления природных ресурсов.
4. Природная среда и природные ресурсы.
5. Классификация природных ресурсов по генезису, истощаемости, видам хозяйственного использования.
6. Материальные, энергетические и природные ресурсы.
7. Классификация минеральных ресурсов.
8. Рациональное использование минеральных ресурсов.
9. Экологическое последствие природопользования.
10. Технология производства кирпича и камня керамического.
11. Технология производства тонкой керамики.
12. Технология производства огнеупоров.
13. Основные показатели загрязнения окружающей среды.
14. Источники загрязнения атмосферы. Естественные источники.
15. Источники загрязнения атмосферы. Антропогенное загрязнение атмосферы.
16. Характеристика основных источников загрязнения атмосферы и загрязняющих веществ.
17. Основные климатообразующие процессы и их взаимодействие.
18. Трансграничный перенос загрязняющих веществ и проблема его эколого-экономических последствий.
19. Характеристика основных источников загрязнения атмосферы.

20. Трансформация загрязняющих веществ в атмосфере – химические и фотохимические процессы.
21. Источники загрязнения атмосферы. Оксиды азота, серы, монооксид углерода.
22. Источники загрязнения атмосферы. Тяжёлые металлы.
23. Источники загрязнения атмосферы. Пыли и аэрозоли.
24. Современное состояние озонового слоя, «озоновые дыры», проблема тропосферного озона.
25. Проблема выбросов углерода в атмосферу.
26. Климатические последствия изменения состава атмосферы. «Парниковые» газы.
27. Нормирование качества воздуха в Российской Федерации.
28. Нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду.
29. Выбросы и сбросы загрязняющих веществ при изготовлении керамических изделий строительного назначения (кирпич, плитка).
30. Выбросы и сбросы загрязняющих веществ при изготовлении технической керамики.
31. Выбросы загрязняющих веществ при изготовлении огнеупоров.
32. Воздействие пыли, вредных газов и других негативных факторов при производстве высокотемпературных материалов на человека.
33. Пылеулавливание при производстве керамических изделий строительного назначения.
34. Источники загрязнения водных объектов в производстве керамической плитки.
35. Источники загрязнения водных объектов в производстве санитарно-технических изделий.
36. Образование и приемы обращения с твердыми отходами производства керамики.
37. Переработка и вторичное использование отходов при производстве керамики.
38. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании предприятий.
39. Этапы проведения ОВОС.
40. Система природоохранных (экологических) разрешений.
41. Природоохранные разрешения в СССР и Российской Федерации.
42. Действующее законодательство Российской Федерации, регулирующие отношения в сфере природопользования, охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности.
43. Нормирование качества воздуха в Российской Федерации.
44. Нормирование качества воды в Российской Федерации.
45. Экологическая экспертиза.
46. Применение режима «наилучших доступных технологий» в системе хозяйственного стимулирования к сокращению негативного воздействия на окружающую среду.
47. Выдача разрешений на сбросы в Российской Федерации.
48. Выдача разрешений на выбросы в Российской Федерации.
49. Экологический паспорт предприятия.
50. Комплексные экологические разрешения.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Экологическая политика государства.
2. Государственный экологический мониторинг.
3. Планирование природоохранной деятельности.
4. Справочный документ по общим принципам мониторинга.
5. Информационно-технический справочник «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологическое обеспечение»
6. Типы мониторинга, цели и задачи, инструменты мониторинга.
7. Основные принципы экологического мониторинга. Кто и зачем проводит мониторинг.
8. Основные принципы экологического мониторинга. Что и как контролируют при проведении мониторинга.

9. Основные принципы экологического мониторинга. Как выражают ПДВ/ПДС и результаты мониторинга.
10. Основные принципы экологического мониторинга. Временной график проведения мониторинга.
11. Основные принципы экологического мониторинга. Учет погрешностей измерений.
12. Основные принципы экологического мониторинга. Требования в области мониторинга, подлежащие включению в комплексные экологические разрешения наряду с ПДВ и ПДС.
13. Режимы экологического мониторинга.
14. Организованные и неорганизованные выбросы и сбросы.
15. Мониторинг неорганизованных выбросов и сбросов.
16. Основные принципы экологического мониторинга. Различные подходы к мониторингу.
17. Основные принципы экологического мониторинга. Факторы, влияющие на вероятность превышения предельно-допустимых эмиссий и последствия превышения ПДВ и ПДС.
18. Учет суммарных выбросов/сбросов при экологическом мониторинге.
19. Практическая значимость результатов измерений и мониторинга.
20. Отчетность по результатам мониторинга.
21. Экологический мониторинг и производственный экологический контроль.
22. Национальные стандарты в России по повышению энергоэффективности и экологической результативности.
23. Новые подходы к стандартизации.
24. Наилучшие доступные технологии. Закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
25. Современные системы менеджмента организации.
26. Система экологического менеджмента.
27. Традиционное экологическое управление и экологический менеджмент.
28. Понятие «жизненного цикла» строительных материалов.
29. Процедуры сертификации систем менеджмента.
30. Процедура сертификации системы экологического менеджмента на основе стандарта ISO 14001.
31. Система энергоменеджмента. Политика в области энергоэффективности.
32. Процедура сертификации системы энергетического менеджмента на основе стандарта ISO 50001.
33. Система менеджмента безопасности.
34. Система «бережливого производства» и ее природоохранный потенциал.
35. Система менеджмента поставщиков.
36. Стандарт BES 6001:2009 «Ответственный выбор источников (производителей) продукции для строительства».
37. Основные риски проектов по разработке и внедрению систем менеджмента.
38. Требования к сертификации предприятий промышленности строительных материалов РФ.
39. Системы добровольной сертификации в РФ.
40. Обязательная сертификация строительных материалов.
41. Система добровольной сертификации объектов недвижимости «Зелёные» стандарты.
42. Задачи «зеленого» строительства.
43. Экономические выгоды эксплуатации «зелёных» зданий.
44. Система добровольной оценки соответствия Национального объединения строителей (СДОС «НОСТРОЙ»).
45. Метод оценки экологической эффективности зданий BREEAM.
46. Метод оценки экологической эффективности зданий LEED.

47. Получение «зеленых» сертификатов в Москве и Санкт-Петербурге.

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Севильский процесс и справочные документы Евросоюза.
2. Основные положения Директивы о комплексном предотвращении и контроле загрязнения (Директивы КПКЗ).
3. Принципы Директивы о комплексном предотвращении и контроле загрязнения (Директивы КПКЗ).
4. Директива «О промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним)»
5. Наилучшие доступные технологии в Евросоюзе (Директива 2010/75/ЕС).
6. «Вертикальные» справочные документы по наилучшим доступным технологиям.
7. «Горизонтальные» справочные документы по наилучшим доступным технологиям.
8. Заключение по наилучшим доступным технологиям.
9. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям. Производство керамических изделий.
10. Перспективы распространения наилучших доступных технологий в России.
11. Систематизация информации об НДТ в России: разработка национальных стандартов.
12. Нормативно-правовая база в Российской Федерации в области НДТ.
13. Проект Концепции внедрения современных технологий в промышленном секторе Российской Федерации.
14. Переход промышленности Российской Федерации на принципы НДТ.
15. Модернизация промышленности РФ на принципах НДТ.
16. Комплекс мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы НДТ и внедрение современных технологий
17. Инструменты государственного стимулирования модернизации промышленности Российской Федерации на принципах НДТ.
18. Обмен информацией при разработке Справочных документов по НДТ.
19. Создание российского Бюро по наилучшим доступным технологиям.
20. Основные функции российских технических рабочих групп.
21. Критерии отнесения объектов, оказывающих значительное негативное воздействие на ОС и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий, к объектам разных категорий.
22. Меры государственного регулирования в зависимости от категории опасности объекта.
23. Комплексные экологические разрешения в России.
24. Формирование доказательной базы технического регулирования.
25. Предварительные национальные стандарты. Наилучшие доступные технологии.
26. Национальные стандарты по НДТ. Система энергоменеджмента.
27. Национальные стандарты по НДТ. Ресурсосбережение. Производство керамической плитки.
28. Национальные стандарты по НДТ. Ресурсосбережение. Производство кирпича и камня керамических.
29. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности в ЕС.
30. Отраслевые руководства по повышению энергоэффективности.
31. Пример постановки целей, задач, показателей и разработка программ энергоэффективности.
32. Справочный документ по наилучшим доступным техническим методам обеспечения энергоэффективности.
33. Наилучшие доступные технологии для повышения энергоэффективности и экологической результативности.

34. Создание российских справочников по наилучшим доступным технологиям – документов по стандартизации.
35. Порядок определения технологии в качестве НДТ.
36. Отнесение технологических процессов, оборудования, технических способов и методов к НДТ.
37. Использование наилучших доступных технологий для повышения энергетической и экологической эффективности при производстве высокотемпературных материалов.
38. Содержание российских справочников по НДТ.
39. Информационно-технический справочник по НДТ «Производство керамических изделий».
40. Принципы и подходы к выбору маркерных веществ и показателей при получении изделий из керамики.
41. Меры борьбы с выбросами загрязняющих веществ при производстве высокотемпературных материалов. Выбросы пыли.
42. Меры борьбы с выбросами загрязняющих веществ при производстве высокотемпературных материалов. Выбросы NO_x
43. Меры борьбы с выбросами загрязняющих веществ при производстве высокотемпературных материалов. Выбросы оксидов серы SO_2
44. Меры борьбы с выбросами загрязняющих веществ при производстве высокотемпературных материалов. Выбросы металлов.
45. Меры борьбы с выбросами загрязняющих веществ при производстве высокотемпературных материалов. Выбросы газообразных хлоридов и фторидов.
46. Меры борьбы с выбросами загрязняющих веществ при производстве высокотемпературных материалов. Выбросы монооксида углерода CO .
47. Экономические аспекты реализации НДТ.
48. Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий.
49. Порядок перехода отраслей промышленности строительных материалов на принципы наилучших доступных технологий.
50. Возможности использования справочных документов по НДТ в российской системе технического регулирования.

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

Максимальное количество баллов за зачет – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет)

Максимальное количество баллов за зачет – 40 баллов.

1. Основные экологические проблемы современности.
2. Классификация природных ресурсов по генезису, исчерпаемости, видам хозяйственного использования. Масштабы потребления природных ресурсов.
3. Источники загрязнения атмосферы. Естественные источники и антропогенное загрязнение атмосферы.
4. Основные климатообразующие процессы и их взаимодействие.
5. Источники загрязнения атмосферы. Оксиды азота, серы, углерода.
6. Источники загрязнения атмосферы. Пыли и аэрозоли.
7. Воздействие пыли, газообразных загрязнителей и других негативных факторов при производстве высокотемпературных материалов на человека.
8. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании предприятий.
9. Система природоохранных (экологических) разрешений.
10. Природоохранные разрешения в СССР и Российской Федерации.

11. Нормирование качества воздуха и воды в Российской Федерации.
12. Применение режима «наилучших доступных технологий» в системе хозяйственного стимулирования к сокращению негативного воздействия на окружающую среду.
13. Выдача разрешений на сбросы и выбросы в Российской Федерации.
14. Система комплексных экологических разрешений. Природоохранные разрешения в ЕС. Комплексные экологические разрешения в России.
15. Справочный документ по общим принципам мониторинга.
16. Типы мониторинга, цели и задачи, инструменты мониторинга.
17. Основные принципы экологического мониторинга. Кто и зачем проводит мониторинг, что и как контролируют при мониторинге.
18. Основные принципы экологического мониторинга. Как выражают ПДВ/ПДС и результаты мониторинга. Временной график проведения мониторинга.
19. Основные принципы экологического мониторинга. Учет погрешностей измерений. Основные принципы экологического мониторинга. Требования в области мониторинга, подлежащие включению в комплексные экологические разрешения наряду с ПДВ и ПДС.
20. Режимы экологического мониторинга. Мониторинг неорганизованных выбросов и сбросов.
21. Основные принципы экологического мониторинга. Факторы, влияющие на вероятность превышения предельно-допустимых эмиссий и последствия превышения ПДВ и ПДС. Ответственность по результатам мониторинга.
22. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности в ЕС. Ключевые принципы обеспечения энергоэффективности.
23. Национальные стандарты по НДТ. Система энергоменеджмента.
24. Наилучшие доступные технологии для повышения энергоэффективности и экологической результативности.
25. Система менеджмента качества. Процедура сертификации системы менеджмента качества на основе стандарта ISO 9001.
26. Система экологического менеджмента. Процедура сертификации системы экологического менеджмента на основе стандарта ISO 14001.
27. Система энергоменеджмента. Политика в области энергоэффективности. Процедура сертификации системы энергетического менеджмента на основе стандарта ISO 50001.
28. Система менеджмента безопасности.
29. Система менеджмента поставщиков. Стандарт BES 6001:2009 «Ответственный выбор источников (производителей) продукции для строительства».
30. Системы добровольной сертификации в РФ.
31. Система добровольной сертификации объектов недвижимости «Зеленые» стандарты.
32. Система добровольной оценки соответствия Национального объединения строителей (СДОС «НОСТРОЙ»)
33. Метод оценки экологической эффективности зданий BREEAM.
34. Метод оценки экологической эффективности зданий LEED.
35. Севильский процесс и справочные документы Евросоюза.
36. Основные положения Директив о комплексном предотвращении и контроле загрязнения (Директив о КПКЗ).
37. «Вертикальные» и «горизонтальные» справочные документы по НДТ. Заключение по НДТ.
38. Нормативно-правовая база в Российской Федерации в области НДТ.
39. Концепции реализации перехода на принципы НДТ и внедрения современных технологий в промышленном секторе РФ.
40. Обмен информацией при разработке Справочных документов по НДТ. Создание российского Бюро НДТ. Основные функции российских технических рабочих групп.

41. Критерии отнесения объектов, оказывающих значительное негативное воздействие на ОС и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий, к объектам разных категорий.
42. Создание российских справочников по наилучшим доступным технологиям – документов по стандартизации.
43. Порядок определения технологии в качестве НДТ. Отнесение технологических процессов, оборудования, технических способов и методов к НДТ.
44. Выбор маркерных веществ в технологии изделий из керамики.
45. Маркерные вещества – показатели технологической эффективности производства.
46. Меры борьбы с выбросами загрязняющих веществ при производстве высокотемпературных материалов. Выбросы пыли.
47. Меры борьбы с выбросами загрязняющих веществ при производстве высокотемпературных материалов. Выбросы оксидов азота NO_x и монооксида углерода CO .
48. Меры борьбы с выбросами загрязняющих веществ при производстве высокотемпературных материалов. Выбросы оксидов серы SO_2 . Выбросы газообразных хлоридов и фторидов.
49. Использование отходов в качестве сырьевых материалов и/или альтернативного топлива при производстве высокотемпературных материалов.
50. Возможности использования справочных документов по НДТ в российской системе технического регулирования.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета (7 семестр).

Зачет по дисциплине «Энерго- и ресурсосберегающие процессы и технологии производства керамических материалов и изделий» включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачета состоит из 3 вопросов, относящихся к разным разделам дисциплины. Вопросы билета предусматривают развернутые ответы студента по достаточно объемной тематике. Ответы на вопросы зачета оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 15 баллов, второй – 10 баллов, третий – 15 баллов.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Захаров, А. И. Повышение энергетической и экологической эффективности производства керамических изделий. Технологические, технические и управленческие подходы. Вопросы стандартизации и сертификации: учебное пособие / А. И. Захаров, М. А. Вартамян, Т. В. Гусева. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 139 с.
2. Акинин Н. И. Промышленная экология. Принципы, подходы, технические решения. М.: изд-во «Интеллект», 2011. 312 с.

Б. Дополнительная литература

1. Экологические аспекты производства цемента / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. Н. Потапова, С. П. Сивков. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013. 148 с.
2. Алпатов А.А. Природопользование и охрана окружающей среды: создание системы государственного контроля и надзора. М.: Экономика и жизнь, 2007. 128 с.
3. Голицын А. Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды. М.: Издательство Оникс, 2015. 336 с.
4. Тетельман В. В. Основы экологического мониторинга. М.: изд-во «Интеллект», 2013. 256 с.
5. Банит Ф. Г., Мальгин А. Д. Пылеулавливание и очистка газа в промышленности строительных материалов. М.: Стройиздат, 1979. 352 с.
6. Скобелев Д. О., Гусева Т. В., Чечеватова О. Ю., Санжаровский А. Ю., Щелчков К. А., Бегак М. В. Сравнительный анализ процедур разработки, пересмотра и актуализации справочников по наилучшим доступным технологиям в Европейском союзе и Российской Федерации / под ред. Д. О. Скобелева. М.: изд-во «Перо», 2018. 114 с.

В. Учебно-методические пособия и указания по изучению дисциплины

7. Информационно-технический справочник ИТС 4-2015 «Производство керамических изделий» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://burondt.ru/NDT/NDTDocsFileDownload.php?UrlId=519>
8. Наилучшие доступные технологии и комплексные экологические разрешения: перспективы применения в России / под ред М. В. Бегака. М.: ООО «ЮрИнфоР-Пресс», 2010. 220 с.
9. ОЭСР. Руководящие принципы эффективных систем природоохранных разрешений в странах ВЕКЦА. Белград, 2007. 25 с.
10. Научно-практический комментарий к Федеральному закону «Об охране окружающей среды» / под ред. А. П. Анисимова. М.: Деловой двор, 2010. 600 с.
11. Наилучшие доступные технологии. Предотвращение и контроль промышленного загрязнения. Этап 2: Подходы к определению наилучших доступных технологий (НДТ) в странах мира. / Управление по окружающей среде, здоровью и безопасности Дирекции по окружающей среде ОЭСР. Пер.с англ. Москва, 2018. 156 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы», ISSN 0235-2206
- «Стекло и керамика», ISSN 0131-9582
- «Строительные материалы», ISSN 0585-430X
- «Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века», ISSN 1729-9209
- «Цемент и его применение», ISSN 1607-8837
- «Cement and Concrete Research», ISSN 0958-9465
- «Техника и технология силикатов», ISSN 2076-0655

- «Неорганические материалы», ISSN 0002-337X
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN 0023-110X
- «Мир стандартов», ISSN 1990-5564
- «Компетентность», ISSN 1993-8780
- «Экология производства», ISSN 2078-3981
- «Стандарты и качество», ISSN 0038-9692

Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX; Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- Ресурсы ELSEVIER www.sciencedirect.com
- www.centerprioritet.ru – ЦМЦ «Приоритет»: техническая документация исследований (ИКСИ), заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> – Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> – In Tech. Open Science
- http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/ – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
- <http://www.rsl.ru> – Российская государственная библиотека
- <http://www.gpntb.ru> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://window.edu.ru> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> – ABC-Chemistry: Бесплатная научная химическая информация
- <http://new.fips.ru/registers-web/> – Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> – поисковая система по книгам
- <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека.

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 6;
- перечень тем реферативно-аналитической работы для выполнения в процессе самостоятельной работы;
- перечень вопросов для текущего контроля освоения дисциплины;
- перечень вопросов для итогового контроля освоения дисциплины;
- <https://zoom.us/> – LMS Zoom.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Энерго- и ресурсосберегающие процессы и технологии производства керамических материалов и изделий»* проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты видеоматериалов по разделам практических занятий.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты с основными видами, технологиями получения и характеристиками высокотемпературных материалов.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации по разделам практических занятий; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде по технологиям производства высокотемпературных материалов; кафедральные библиотеки электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

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

	(per License)	от 14.12.10	станциях	
16.	MATLAB Classroom Suite new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
17.	Instrument Control Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
18.	Image Processing Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
19.	Fuzzy Logic Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
20.	System Identification Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
21.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
22.	Statistics Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
23.	Global Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
24.	Partial Differential Equation Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
25.	Optimization Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010	10 лицензий для активации на рабочих	бессрочная

		от 14.12.10	станциях	
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
32.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook 	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025
38.	Astra Linux Special Edition для 64-х разрядной платформы на базе процессорной архитектуры x86-64	Контракт №189-240ЭА/2023 от 15.01.2024	60 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная

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

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование раздела (модуля)	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Предотвращение загрязнения окружающей среды предприятиями по производству высокотемпературных материалов. Комплексные экологические разрешения	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные источники загрязнения окружающей среды при производстве ВФМ; – способы осуществления энерго- и ресурсоэффективного осуществления технологических процессов получения основных видов ВФМ; – основные требования природоохранных нормативных документов; – основы охраны труда, промышленной безопасности и защиты окружающей среды при организации и управлении производствами ВФМ и изделий из них. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире; – устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий; – использовать знания основных физических теорий для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления; – применять наилучшие доступные технологии при производстве высокотемпературных материалов; – использовать справочные документы по наилучшим доступным технологиям в российской системе технического 	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат Оценка за зачет

	<p>регулирования.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами проведения экологического контроля и мониторинга; – методами получения правоохранительных экологических разрешений; – методами оценки воздействия внедряемых технологических решений и проектов на окружающую среду; – методами расчета экономической эффективности внедряемых технологических решений и проектов; – рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации. 	
Раздел 2. Основные принципы систем менеджмента	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные источники загрязнения окружающей среды при производстве ВФМ; – современные системы менеджмента; – способы осуществления энерго- и ресурсоэффективного осуществления технологических процессов получения основных видов ВФМ; – основные требования природоохранных нормативных документов; – основы охраны труда, промышленной безопасности и защиты окружающей среды при организации и управлении производствами ВФМ и изделий из них. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий; – применять наилучшие доступные технологии при производстве высокотемпературных материалов. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами проведения экологического контроля и мониторинга; – методами получения правоохранительных экологических разрешений; – методами расчета экономической эффективности внедряемых технологических решений и проектов; – рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации. 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферат</p> <p>Оценка за зачет</p>
Раздел 3. Справочные документы по наилучшим	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные источники загрязнения окружающей среды при производстве ВФМ; 	<p>Оценка за контрольную</p>

<p>доступным технологиям</p>	<ul style="list-style-type: none"> – современные системы менеджмента; – способы осуществления энерго- и ресурсоэффективного осуществления технологических процессов получения основных видов ВФМ; – основные требования природоохранных нормативных документов; – основы охраны труда, промышленной безопасности и защиты окружающей среды при организации и управлении производствами ВФМ и изделий из них. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – устанавливать требования к технологическим процессам с целью снижения материалоемкости, энергоемкости и создания малоотходных технологий; – применять наилучшие доступные технологии при производстве высокотемпературных материалов; – использовать справочные документы по наилучшим доступным технологиям в российской системе технического регулирования. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами получения правоохранительных экологических разрешений; – методами расчета экономической эффективности внедряемых технологических решений и проектов; – рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации. 	<p>работу №3 Оценка за реферат Оценка за зачет</p>
------------------------------	---	--

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

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

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

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

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

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Энерго- и ресурсосберегающие процессы и технологии производства керамических
материалов и изделий»

основной образовательной программы
15.03.02 Технологические машины и оборудование
профиль «Технологические машины и оборудование производства высокотемпературных
функциональных материалов»

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 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы технологии нанопорошков и материалов на их основе»

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

**«Технологические машины и оборудование производства
высокотемпературных функциональных материалов»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

Программа составлена профессором кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров д.х.н. Беляковым А.В.

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

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Основы технологии нанопорошков и материалов на их основе» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в том числе в области физикохимии и технологии высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ).

Цель дисциплины – углубление знаний, умений, владений и формирование компетенций в области синтеза нанопорошков и высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) на их основе, строения кристаллических и стеклообразных твердых тел, термодинамики фазообразования в силикатных системах, взаимосвязей «состав – структура – условия синтеза – свойства» ВФМ, а также в области современных и перспективных ВФМ и направлений дальнейшего развития этой области материаловедения. Дисциплина направлена на формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе, понимания концепции и общих закономерностей проектирования и создания этих материалов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в указанной области материаловедения.

Задача дисциплины – формирование у обучающихся системных углубленных знаний в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе, понимания концепции и общих закономерностей проектирования и создания этих материалов; выработка на этой основе системного подхода к постановке, выполнению и анализу результатов научных исследований в указанной области материаловедения.

Дисциплина «Основы технологии нанопорошков и материалов на их основе» 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:**

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	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 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

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание
Тип задач профессиональной деятельности –производственно-технологический				
Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов и агрегатов в области химической технологии и технологии материалов, в том числе с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p>Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов</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>	ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них	<p>ПК-4.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ</p> <p>ПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратурное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</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.</p> <p>ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и</p>

			<p>ПК-4.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ</p>	<p>социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция А Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 6, трудовая функция А/02.6 Разработка интегрированной информационной модели типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). Обобщенная трудовая функция А Внедрение</p>
--	--	--	---	--

				<p>несложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 5, трудовая функция А/01.5 Сбор и обобщение информации о новых оборудовании и технологиях в термическом производстве</p> <p>ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.09.2018 № 573н). Обобщенная трудовая функция G Проведение научно-экспериментальных исследований по отработке специализированных параметров неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-</p>
--	--	--	--	--

				<p>космических комплексов и систем, технологии их применения; уровень квалификации 6, трудовая функция G/05.6</p> <p>Инженерное сопровождение при проведении входного контроля неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, препарации сборочных узлов, контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении серийных деталей и сборочных узлов и в рамках опытно-конструкторских работ</p>
--	--	--	--	---

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе;
- современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;
- технологические процессы синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе, основы проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств, области применения;
- основные пути создания новых методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе для применения в различных областях хозяйства.

Уметь:

- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе;
- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств нанопорошков и ВФМ на их основе;
- применять теоретические знания по современным и перспективным методам синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе;
- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии нанопорошков и ВФМ на их основе, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе;
- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе с учетом правил соблюдения авторских прав.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах	В астр. часах
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия	1,78	64	48
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Лекции (Лек)	0,89	32	24
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,89	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,89</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Самостоятельная работа (СР):	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ раздела	Раздел дисциплины	Акад. часов			
		Всего	Лек	ЛЗ	СР
1.	Нанопорошки (НП) на основе ВФМ. Классификации, общие положения. Получение НП в водной среде.	37	11	11	15
2.	Получение НП в жидкой и газовой фазах. Получение НП методом разложения прекурсоров. Хранение и транспортировка наночастиц.	35	10	10	15
3.	Синтез 1D-, 2D-, 3D-наноматериалов и нанокомпозитов на основе ВФМ. Методы исследования наноматериалов на основе ВФМ. Заключение.	36	11	11	14
	Всего часов	108	32	32	44

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИН

Раздел 1.

Введение. Наноматериалы и их перспективы.

Основные положения синергетики и фракталов и их применение в технологии синтеза нанопорошков и нанокомпозитов. Классификации наноматериалов: в зависимости от их размеров элементов структуры при синтезе нанопорошков и ВФМ на их основе, по геометрическим параметрам 0D-, 1D-, 2D- и 3D-наноматериалы. Классификация методов получения 0D-наноматериалов (наночастиц) по окружающей среде, в которой происходит получение прекурсора. Влияние на синтез наночастиц внешнего давления, вызываемого силами Лапласа.

Зародышеобразование в жидкой фазе. Причины агрегации наночастиц и методы их дезагрегации. Проблемы синтеза наночастиц из сложных соединений на примере сложных оксидов. Эффект Киркендалла. Методы получения наночастиц в жидкой среде. Осаждение в воде. Процессы агрегации и старения осадков. Осаждение в органических растворителях. Топохимические реакции и гетерофазный синтез. Электрохимический синтез в жидких средах. Получение наночастиц в жидкой среде.

Раздел 2

Получение наночастиц методами золь-гель технологии: общие принципы метода, гидролиз солей слабых оснований, применение водорастворимых солей в гелируемых полимерах, применение гидролиза алкоксидов металлов, метод Печини. Получение наночастиц криохимическим методом. Получение наночастиц в сверхкритических флюидах: гидротемальный и сольвотемальный методы. Получение наночастиц в расплавах металлов или солей.

Методы получения наночастиц в газовой среде. Получение наночастиц физическими методами «испарения – конденсации». Экранирование катионов металлов крупными лигандами для выравнивания скоростей «испарения – конденсации». Получение наночастиц в газовой реакции с химической реакцией между газами или между газом и твердой фазой. Топохимические реакции в газовой фазе. Получение фуллеренов и углеродных нанотрубок различными методами, в том числе наиболее перспективными на сегодня каталитическими методами синтеза в газовой фазе.

Методы разложения соединений в газовой фазе, бездиффузионный синтез. Синтез наночастиц с участием плазмы, механохимическим методом, темплатным синтезом. Получение полых наночастиц.

Раздел 3

Модификация поверхности наночастиц, создание покрытий на наночастицах. Хранение и транспортировки нанопорошков.

Получение 1D-наноматериалов (1D-НМ) на основе ТНиСМ различными методами. Перспективные области применения 1D-НМ. Получение 2D-НМ на основе ТНиСМ. Механизмы получения поликристаллических покрытий. Перспективные области применения 2D-НМ. Получение 3D-НМ на основе ТНиСМ различными методами. Применение интенсивной пластической деформации под высоким давлением для получения 3D-НМ. Перспективные области применения 3D-наноматериалов. Получение нанокомпозитов (НК) на основе ТНиСМ. Методы получения НК распределением в дисперсионной среде дисперсной фазы в виде 0D-, 1D-, 2D- и 3D-НМ. Темплатные методы получения НК. Получение НК распадом неустойчивых структур в твердой фазе.

Особенности анализа размеров частиц в нанопорошках. Масс-спектрометрия. Методы исследования наноматериалов: просвечивающая электронная, сканирующая зондовая и атомно-силовая микроскопии, оптическая и колебательная спектроскопии, Оже-спектроскопия.

Заключение. Тенденции дальнейшего развития и перспективные области применения методов синтеза наночастиц и НМ и НК на основе ВФМ.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– современные научные достижения и перспективные направления работ в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе;	+	+	+
2	– современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и свойствах твердых тел как звеньях единой цепи;	+	+	+
3	– технологические процессы синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе, основы проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств, области применения;	+	+	+
4	– основные пути создания новых методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе для применения в различных областях хозяйства.	+	+	+
	Уметь:			
5	– проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе;	+	+	+
6	– формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;	+	+	+
7	– проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств нанопорошков и ВФМ на их основе;	+	+	+
8	– применять теоретические знания по современным и перспективным методам синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.	+	+	+
	Владеть:			
9	– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе;	+	+	+
10	– методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии нанопорошков и ВФМ на их основе, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;	+	+	+

11	– методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе;		+	+	+
12	– способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе с учетом правил соблюдения авторских прав.		+	+	+
13	- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности	+	+	+
14		УК-1.2 Умеет находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения задач профессиональной деятельности	+	+	+
15		УК-1.3 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков.	+	+	+
16	- ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них	ПК-4.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ;	+	+	+
17		ПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ;	+	+	+
18		ПК-4.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Лабораторный практикум по дисциплине «Основы технологии нанопорошков и материалов на их основе» выполняется в соответствии с Учебным планом в 5 семестре и занимает 32 акад. ч. Лабораторные работы охватывают все три модуля дисциплины. В практикум входит 8 работ, примерно по 4 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Лабораторный практикум по дисциплине «Основы технологии нанопорошков и материалов на их основе». Практикум дает знания о методиках получения и определения эксплуатационных свойств керамических нанопорошков и изделий из них, а также требованиям к выполнению методик, обеспечивающих достоверность получаемых результатов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 24 балла (максимально по 3 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

№	Разделы	Темы практических занятий	Акад. часы
1	Раздел 1	Получение наночастиц SnO_2 через синтез Na_2SnO_3 и его последующий гидролиз.	6
2	Раздел 1	Эффект Киркендалла –Френкеля и его роль при синтезе наночастиц сложных неорганических соединений на примере MgAl_2O_4 .	6
3	Раздел 2	Золь-гель метод в получении наночастиц гидролизом неорганических солей или алкоксидов.	5
4	Раздел 2	Роль воды на рост кристаллов. Влияние замещения воды органическими смесями или азеотропными смесями спирт-вода.	5
5	Раздел 3	Получение нановолокон с использованием покрытия нановолокон в качестве позитивных темплатов.	5
6	Раздел 3	Получение нанопленок покрытием подложки при осаждении на нее слоя наночастиц.	5

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- выполнение реферативно-аналитической работы по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам бакалавриата 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 36 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 24 балла) и зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа по дисциплине не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины
Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по 12 баллов за каждую). Общее количество за контрольные работы – 36 баллов.

Контрольная работа (КР) № 1. Раздел 1. Максимальная оценка – 12 баллов.
Контрольная содержит 2 вопроса, по 6 баллов за каждый вопрос.

Варианты вопроса № 1.1. Максимальная оценка – 6 баллов.

1. Классификация материалов по размерам слагающих ее элементов структуры.
2. Перечислите элементы структуры, входящие в субструктуру и макроструктуру.
3. Что такое насыщенные растворы?
4. Что такое пересыщенные растворы?
5. Какими формулами характеризуют пересыщение?
6. Формула для абсолютного пересыщения.
7. Что такое критический радиус зародыша?
8. Что такое критическая энергия Гиббса образования зародыша?
9. Что такое критический радиус зародыша?
10. Как зависит число зародышей от увеличения концентрации вещества в растворе?
11. Какие силы действуют между конденсированными поверхностями, разделенными достаточно тонкой прослойкой газа или жидкости?
12. Чем обеспечивается агрегативная устойчивость ионностабилизированных (лиофобных) дисперсных систем?
13. Объясните понятие расклинивающего давления, введенное Б.В. Дерягиным.
14. Расклинивающее давление расклинивает или сближает?
15. От чего зависит соотношение между электростатической и неэлектростатической составляющими расклинивающего давления?
16. Что такое «стерические силы» и как они возникают?
17. Причина расклинивающего давления в неионных растворах.
18. Зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними имеет два минимума (две потенциальных ямы) и один максимум. Что означает первый минимум (U^I_{\min})?
19. Зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними имеет два минимума (две потенциальных ямы) и один максимум. Что означает второй минимум (U^{II}_{\min})?
20. Чем может объясняться агрегативная устойчивость золей в водных растворах?
21. В чем смысл стратегии синтеза наночастиц (Top—Down Strategy)? Приведите пример.

22. Какие источники энергии могут быть использованы при синтезе наночастиц?
23. В чем смысл стратегии синтеза наночастиц (Bottom—Up Strategy)? Приведите пример.
24. Перечислите эффекты, сопровождающие химическое взаимодействие двух оксидов при разупорядоченности по Шоттки и причины их возникновения?
25. В чем смысл эффекта Киркендалла?
26. В чем смысл эффекта Френкеля?
27. В сторону какого материала перемещаются инертные метки при эффекте Киркендалла?
28. Роль эффектов Киркендалла-Френкеля при получении соединения стехиометрического состава?
29. Как можно выровнять скорость диффузионных потоков при синтезе сложного оксида из простых?
30. Если смешать высокодисперсные порошки Al_2O_3 и SiO_2 , на месте какого оксида образуются поры и почему?
31. В чем условность классификации методов получения наночастиц по среде, в которой происходит основной процесс?
32. Как меняются химические свойства при переходе на наноуровень?
33. При уменьшении размера наночастиц с определенного размера начинает сильно проявляться влияние размера на свойства наночастиц. Объясните причину.
34. Назовите способы получения наночастиц, которые встречаются в жидкой среде и в твердой фазе.
35. Назовите способы получения наночастиц, которые встречаются в газовой среде и в способах с участием плазмы.
36. Какие вещества используют в качестве исходных и почему?
37. Реакции, применяемые для получения твердой фазы.
38. Как отделяют наночастицы от жидкой фазы?
39. Как отделяют жидкую фазу от наночастиц и промывают их на фильтрах? Забивание фильтров и агрегация.
40. Как отделяют жидкую фазу от наночастиц (и промывают их) при использовании электрофореза?
41. Какие нежелательные процессы могут происходить с наночастицами при сушке порошка?
42. Дезагрегация после сушки. Виды дезагрегации. Их достоинства и недостатки.
43. В чем отличие дезагрегации после сушки прекурсора от дезагрегации после термообработки для синтеза из него требуемой фазы?
44. Строение жидкостей. Ближний порядок.
45. Как меняется структура жидкостей при приближении к температуре плавления?
46. Как меняется структура жидкостей при приближении к температуре кипения?
47. Объясните, почему с ростом температуры происходит переход от отрицательной гидратации к положительной?
48. Какие соединения чаще всего применяют в качестве осаждаемых веществ в воде и почему?
49. Какие исходные соли, применяемые при осаждении в воде, являются наименее вредными для окружающей среды?
50. Напишите требования к исходным веществам при осаждении в воде.

Варианты вопроса № 1.2. Максимальная оценка – 6 баллов.

1. Сравните достоинства и недостатки использования в качестве осадителя аммиака или растворов NaOH и KOH.
2. Какие осадители применяют для осаждения гидроксидов?
3. Процессы старения осадков в водных растворах

4. Применение ПАВ для предотвращения образования прочных агрегатов.
5. Замещение воды органическими жидкостями для предотвращения образования прочных агрегатов.
6. Применение сверхкритических флюидов для предотвращения образования прочных агрегатов.
7. Применение ультразвукового воздействия для предотвращения образования прочных агрегатов. Приведите пример
8. Какие преимущества дает применение органических растворов для получения нанопорошков?
9. Получение наночастиц Si_3N_4 через жидкий аммиак.
10. Какие преимущества дает применение полярных органических растворителей (например, гликолей) при получении наночастиц?
11. Какие проблемы создает применение органических растворов для получения нанопорошков?
12. Экстракционно-пиролитический метод получения нанопорошков. В чем суть его названия?
13. В чем суть процесса экстракции в экстракционно-пиролитическом методе?
14. Почему добавление гидроксида щелочного металла ускоряет экстракцию катионов?
15. Как получают сложные соединения экстракционно-пиролитическим методом?
16. Как используют экстракционно-пиролитический метод для получения пленок и волокон?
17. Достоинства экстракционно-пиролитических методов.
18. Прямые мицеллы. Как можно их использовать для получения наночастиц?
19. Обратные мицеллы. Как можно их использовать для получения наночастиц?
20. Классификация ПАВ.
21. Ионогенные ПАВ.
22. Нижняя температурная граница мицеллообразования ионогенных ПАВ (Точка Крафта).
23. Верхний температурный предел мицеллообразования ионогенных ПАВ. (Точка помутнения).
24. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ).
25. Что происходит в мицеллярной системе при увеличении концентрации ПАВ?
26. Какие возможности открывает помещение в мицеллу жидкой фазы?
27. Мицеллообразование с позиций синергетики. Кооперативный процесс.
28. Прямые мицеллы (прямомицеллярные или системы масло/вода (М/В) или direct micelles, oil/water, O/W). Области их применения.
29. Что такое солубилизация или коллоидное растворение?
30. Механизм растворения веществ в водных растворах коллоидных ПАВ.
31. Условная шкала гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ). Как ее получают и как ею пользуются?
32. Способ определения ГЛБ, предложенный Гриффином.
33. Схема перераспределения эмульгатора в системе масло-вода в зависимости от соотношения гидрофильной и липофильной частей (ГЛБ).
34. Что такое метод гетерофазного синтеза порошков?
35. Что такое реакция оляции? Продемонстрируйте это на реакции получения гидроксида титана.
36. Что такое реакция оксоляции? Продемонстрируйте это на реакции получения гидроксида титана.
37. Что такое акваанионы? Какая у них устойчивость по сравнению с аквакатионами? Приведите примеры.
38. Какие процессы способствуют увеличению количества связей -М-О-М- (М – металл)?

39. Что такое химическое старение осадков?
40. Какие параметры влияют на гетерофазный синтез?
41. Замещение катионов лития на катионы водорода в β -сподумене ($\text{Li}_2\text{O} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$). Что происходит с кристаллографической структурой?
42. Электрохимический синтез наночастиц в жидкой среде. Какие процессы в нем происходят?
43. Почему применение постоянного тока при получении наночастиц методом электрохимического синтеза оказалось неудобным?
44. Как происходит рост оксидного слоя (механизм) в оксидах-полупроводниках р-типа? В анодный или катодный полупериод?
45. Роль водорода, выделяющегося в катодный полупериод.
46. Какие параметры влияют на процесс получения наночастиц электрохимическим методом?
47. Какие особенности получит электрохимический синтез наночастиц, если его проводить в неводных средах?
48. Приведите пример электрохимического синтеза наночастиц AlN в неводной среде.
49. Достоинства электрохимического синтеза наночастиц в неводных средах.
50. Недостатки электрохимического синтеза наночастиц в водных средах.

Контрольная работа № 2. Раздел 2. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная содержит 2 вопроса, по 6 баллов за каждый вопрос.

Варианты вопроса № 2.1. Максимальная оценка – 6 баллов.

1. Суть основных золь-гель методов получения нанопорошков.
2. Почему многие методы получения наночастиц в водной среде можно отнести к золь-гель методам?
3. В чем проблема получения керамики непосредственно из геля?
4. Что такое ксерогель и как его используют?
5. Получение наночастиц TiO_2 через пероксиды из H_2TiO_3 ?
6. В чем проблемы золь-гель метода с использованием полимерного геля при получении сложных оксидов?
7. Обоснуйте выбор полимеров для золь-гель метода с использованием полимерного геля и приведите их примеры.
8. Приведите недостатки золь-гель метода с использованием ионообменных смол.
9. Получение наночастиц SiO_2 с использованием золя, получаемого с помощью ионообменных смол.
10. Приведите недостатки золь-гель метода с использованием ионообменных смол.
11. Как можно получать золь-гель методом нанопорошки сложных оксидов?
12. Сравните метод Печини с золь-гель методом.
13. Достоинства метода Печини.
14. Недостатки метода Печини.
15. Сравните получение нанопорошков сложного оксида золь-гель методом при смешивании алкоксидов и при получении сложного алкоксида?
16. Что такое криогранула, и какие требования к ней предъявляют?
17. Сравните жидкий азот и низкотемпературные жидкости для получения криогранул.
18. Какая основная проблема, которую приходится решать в криохимическом методе? Какие меры принимают для ее решения?
19. Какая стадия криохимического метода для получения наночастиц является самой продолжительной? С чем это связано?
20. Как влияет температура замораживания криогранул на размер получаемых частиц порошка?
21. Суть криоосаждения. Какие проблемы при этом могут возникнуть?

22. Что делают, чтобы раствор не замерзал в форсунке при получении криогранул в вакуумно-распылительной установке?
23. Что такое сверхкритический флюид (СКФ) (сверхкритическая жидкость)? Как его получают?
24. Какое значение имеет коэффициент диффузии в сверхкритическом флюиде? Поясните.
25. Гипотеза об изменении структуры воды при переходе в сверхкритическом флюиде.
26. Гипотеза об изменении структуры воды при переходе в сверхкритическом флюиде. Критическая изотерма.
27. Какие основные области применения сверхкритических флюидов?
28. Что такое фазовая диаграмма Р-Т? Перечислите области, которые присутствуют на диаграмме для воды.
29. Реактор закрытого типа для сверхкритических флюидов. Какие процессы в нем могут протекать?
30. Реактор проточного типа для сверхкритических флюидов. Как изучают процессы *in situ*?
31. Зачем применяют вкладыши в автоклавах? Какие материалы для них применяют?
32. Схема получения нанопорошков в сверхкритическом флюиде. Чем она отличается от осаждения в жидкой фазе?
33. Какие процессы получения наночастиц проводят в сверхкритическом флюиде? Какими особенностями обладают получаемые наночастицы?
34. Схема получения нанопорошков в сверхкритическом флюиде. Чем она отличается от осаждения в жидкой фазе?
35. В каких расплавах проводят процессы получения наночастиц? В чем особенности этих процессов?
36. Как решают проблему захвата синтезируемым порошком компонентов растворителя и побочных соединений?
37. Проблема выбора инертного тигля и как ее решают.
38. Распыление раствора в расплаве для получения гранул и перспективы, которые при этом появляются для получения нанопорошков.
39. Приведите примеры легкоплавких металлов и сплавов, в которых получают наночастиц.
40. Требования, которые предъявляют к металлам – растворителям.
41. Какие реакции чаще всего используют для получения наночастиц из расплава металла?
42. Как технически реализуют окисления металла в расплаве при получении нанопорошка?
43. Как идет окисление металла в расплаве парами воды при получении нанопорошка?
44. Происходит ли при получении наночастиц окисление раствора – расплава? Дайте развернутый ответ.
45. Напишите химические реакции окисления водой металла в расплаве Ga.
46. Приведите примеры соединений, из которых могут быть получены наночастицы в расплавах свинца и свинца- висмута.
47. Приведите примеры хлоридов, из которых могут быть получены наночастицы в расплавах Ga.
48. Приведите примеры хлоридов, из которых могут быть получены наночастицы в расплавах свинца и свинца- висмута.
49. Приведите примеры оксидов, из которых методом селективного окисления получены наночастицы в расплавах галлия, свинца и свинца- висмута.
50. Приведите реакции получения наночастиц нитридов в расплавах галлия, свинца и свинца- висмута.

Варианты вопроса № 2.2. Максимальная оценка – 6 баллов.

1. Приведите примеры сложных оксидов, получаемые с использованием $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, полученного из расплава Ga.
2. Какой вид и какими свойствами обладают наночастицы $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, полученные из расплава Ga?
3. Приведите примеры сложных оксидов, получаемые с использованием $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, полученного из расплава Ga?
4. Приведите свойства и области применения продукта, получаемого окислением в системе Hg-Al.
5. Как можно придать форму образующемуся продукту, получаемому окислением в системе «легкоплавкий металл-Al»?
6. Какова суть метода LANXIDE?
7. Что является окислителем в методе LANXIDE?
8. Какие металлы используют в методе LANXIDE?
9. Какие армирующие фазы применяют в методе LANXIDE?
10. Что понимают под ионными жидкостями?
11. Как получают наночастицы переходных металлов в методе фирмы Дюпон? Какую роль при этом играют ионные жидкости с температурой плавления $<100^\circ\text{C}$?
12. Какие особенности имеет проведение реакций в ионных жидкостях, плавящихся при температуре ниже 100°C ?
13. Какие проблемы возникают при синтезе наночастиц PbTiO_3 в расплаве NaCl?
14. Получение наностержней из TiO_2 синтезом в расплаве NaCl / Na_2HPO_4 в микроволновой печи.
15. Особенности проведения реакций в расплавах солей.
16. Схема получения нанопорошков в газовой фазе.
17. Почему производительность с единицы объема агрегата при проведении процесса в газовой фазе значительно ниже, чем в жидкой фазе.
18. Где и почему выше скорость реакций, в газовой или в жидкой фазе?
19. Процессы агрегации частиц в газовой фазе. Что способствует, а что препятствует агрегации?
20. Какие процессы проводят в газовой фазе?
21. Как получают в газовой фазе наночастицы из более крупных частиц? Какие проблемы при этом возникают?
22. В чем суть процесса физического осаждения в газовой фазе (PVD)?
23. Как подводят энергию к материалу для перевода его в газовую фазу?
24. Как получают наночастицы за счет расширения газообразной смеси (адиабатическое расширение)?
25. Как получить наночастицы требуемых неметаллических соединений, если у вас при физическом испарении получают наночастицы металла?
26. Что дает экранирование катионов крупными лигандами при процессе CVD?
27. Почему при получении наночастиц процесс испарение-конденсация проводят при пониженном давлении?
28. К чему приводит при испарении-конденсации увеличение парциального давления инертного газа?
29. Как меняется размер частиц при увеличении давления инертного газа до давления более 2500 Па?
30. Как меняется форма получаемых методом CVD наночастиц при изменении температуры и увеличении соотношения Cd:S?
31. Как получить наночастицы Si_3N_4 , используя быстрое расширение газообразного SiO?
32. Как получают методом CVS в газовой смеси $\text{AlCl}_3\text{-NH}_3\text{-N}_2$ нанопорошки AlN? Напишите химическую реакцию

33. Как получают наночастицы алмаза из газовой фазы?
34. Как получают наночастицы сплавов Fe -Ni, Fe - Mn, Fe - Cr, Fe – Co в газовой фазе с использованием импульсного лазерного испарения? Как из них можно получить наночастицы сложных соединений?
35. Как получают наночастицы нитридов переходных металлов в газовой фазе с использованием электроннолучевого нагрева?
36. Как получают наночастицы оксидно-нитридных или карбидно-нитридных смесей в газовой фазе с использованием импульсного лазерного испарения?
37. Как можно получать нанотрубки ZnS в газовой фазе? Напишите реакции.
38. Оси симметрии какого порядка могут быть в классических кристаллах и почему?
39. Чем отличаются квазикристаллы от обычных кристаллов?
40. Что такое фуллерены? Самые распространенные виды фуллеренов.
41. Какое строение имеют углеродные нанотрубки (УНТ) типа кресла?
42. Что такое многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ)? Сравните их по свойствам с однослойными
43. Типы дислокаций в стенках УНТ. Поведение дислокаций при подведении энергии УНТ.
44. Модуль упругости ОУНТ, МУНТ и стали.
45. Зачем проводят диспергацию УНТ?
46. Зачем проводят очистку УНТ? Какие основные примеси присутствуют в УНТ сразу после их синтеза?
47. Ориентация УНТ при испарении растворителя.
48. Ориентация УНТ при вытягивании пластинки из их суспензии. Требования к пластинке и к проведению процесса.
49. Вершинный и корневой механизмы роста УНТ. Проиллюстрируйте рисунками.
50. Каталитический синтез УНТ из газовой фазы, содержащей C_2H_2 .

Раздел 3. Контрольная работа № 3. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная содержит 2 вопроса, по 6 баллов за каждый вопрос.

Варианты вопроса № 3.1. Максимальная оценка – 6 баллов.

1. Перечислите вещества (прекурсоры), которые применяют при получении наночастиц разложением в газовой фазе.
2. Назовите методы получения наночастиц, заключительной стадией которых является разложение прекурсоров в газовой фазе.
3. Суть метода получения наночастиц пиролизом капель водного или неводного раствора соответствующих соединений или суспензии соответствующих соединений.
4. Какие достоинства метода получения наночастиц пиролизом капель водного или неводного раствора соответствующих соединений или суспензии соответствующих соединений?
5. Как в методе разложения прекурсоров в газовой фазе получать неоксидные соединения?
6. Перечислите виды энергии, которые применяют в методе получения наночастиц пиролизом капель водного или неводного раствора соответствующих соединений или суспензии соответствующих соединений.
7. Какие преимущества дает использование ультразвукового распыления в методе получения наночастиц пиролизом капель водного или неводного раствора соответствующих соединений или суспензии соответствующих соединений.
8. Наночастицы каких металлов получают из карбониллов металлов? Напишите формулы карбониллов.
9. Как получить сложный оксид из биметаллических частиц, которые получают из смесей карбониллов и карбониллов с ацетонатами? Приведите примеры

10. Как разложением металлоорганических соединений Fe в ударной трубе получить оксид железа?
11. Эффект топохимической памяти на примере оксида вольфрама (WO_3), полученного термической обработкой вольфрамата аммония? Напишите реакцию.
12. Приведите примеры солей, используемых в методе бездиффузионного синтеза?
13. Какие основные требования предъявляют к прекурсорам, применяемым в методе бездиффузионного синтеза?
14. Что такое топохимическая память? Какие процессы мешают ее проявлению?
15. Приведите формулу шенитов. Как шениты применяют в методе бездиффузионного синтеза?
16. Приведите формулу псевдоквасцов. Как псевдоквасцы применяют в методе бездиффузионного синтеза?
17. Когда для проявления топохимической памяти степень неравновесности системы надо повышать, а когда – понижать?
18. Бездиффузионный метод и требования к условиям его реализации при разложении кремнийорганических полимеров. Какие наночастицы получают?
19. Почему при гидролизе сложных алкоксидов для проявления топохимической памяти степень неравновесности системы надо понижать?
20. Суть паротемального метода получения наночастиц.
21. Достоинства паротемального метода получения наночастиц.
22. Что такое негативный темплат? Как его применяют для синтеза наночастиц?
23. Схема получения наночастиц с использованием позитивных нанотемплатов.
24. Получение негативных темплатов с использованием процессов самоорганизации при сополимеризации двух прекурсоров.
25. Опишите, как получить негативные нанотемплаты одинакового размера?
26. Какие проблемы возникают при заполнении негативных нанотемплатов?
27. Как можно получить плотный наноккомпозит с использованием негативных нанотемплатов?
28. Как можно получить плотные наночастицы с использованием позитивных нанотемплатов?
29. Чем определяются размер и форма пор в негативном темплате с матрицей из SiO_2 ?
30. Как регулируют толщину стенок пор в нанопористых негативных темплатах из SiO_2 ?
31. Как регулируют размер пор при электрохимическом получении нанопористого оксида алюминия на поверхности алюминия?
32. Возможности использования нанопористого оксида алюминия в качестве негативного темплата.
33. Перспективы использования нанопористой пьезокерамики?
34. Достоинства и недостатки темплатного синтеза.
35. Достоинства использования трековых мембран в качестве негативных темплатов.
36. Что такое плазма? Виды плазмы.
37. Области применения низкотемпературной плазмы.
38. Схема получения наночастиц в плазме по принципу Bottom-up.
39. Какие преимущества имеет плазма лазера по сравнению с дуговой и высокочастотной?
40. Схема дугового плазмотрона для получения наночастиц.
41. Схема высокочастотного плазмотрона для получения наночастиц.
42. Получение нанопорошка в факеле лазера.
43. Почему меткары получают в лазерной плазме?
44. Плазма при схлопывании кавитационных пузырьков, получаемых при мощном ультразвуковом воздействии на жидкость.
45. Недостатки электроэрозионного метода получения нанопорошков.
46. Достоинства ударно-волнового синтеза нанопорошков.

47. Достоинства ударно-волнового синтеза нанопорошков
48. Схема установки для получения нанопорошков методом электровзрыва.
49. Получение нанопорошка $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ методом СВС с использованием мочевины.
50. Недостатки получения наночастиц методом СВС.

Варианты вопроса № 3.2. Максимальная оценка – 6 баллов.

1. Синтез наночастиц механохимическим методом.
2. Схема передачи механической энергии от аппарата для механохимической активации к активируемому материалу и окружающей его среде. Какими явлениями сопровождается разрыв химических связей?
3. Механохимия. Почему для получения наночастиц из смеси порошков металла и углерода применяют сухой помол, а не мокрый?
4. Получение полых наночастиц.
5. Как вы понимаете получение полых наночастиц, когда темплат жидкий, а окружающая среда – жидкость?
6. Как вы понимаете получение полых наночастиц, когда темплат жидкий, а окружающая оболочка – твердое?
7. Когда применяют модификацию поверхности наночастиц?
8. Зачем на наночастицы наносят биоактивные вещества?
9. Как могут нанесенные на наночастицы ПАВ или блок-сополимеров обеспечивать кинетическую стабильность суспензии наночастиц?
10. Покрытия на наночастицы, приводящие к их направленному объединению в цепочки и нанопроволоки.
11. Классификация методов получения 1-мерных высокотемпературных функциональных наноматериалов (ВФНМ).
12. Синтез 1-D ВФНМ с использованием позитивных темплатов
13. Чем отличаются VLS-механизм и LCG-механизм роста нитевидных кристаллов из ВФМ?
14. Перспективные области применения 1-D ВФНМ.
15. Суть метода электроротационного вытягивания (электровытягивания) (electrospinning (e-spinning)) 1-D наноматериалов.
16. Что такое конус Тейлора (Taylor cone) в методе электровытягивания 1-D наноматериалов.
17. Сравните методы электроротационного и ротационного реактивного прядения 1-D наноматериалов.
18. Суть метода лазерного вытягивания (laser spinning) 1-D наноматериалов.
19. Прекурсоры, применяемые в методе лазерного вытягивания (laser spinning) 1-D наноматериалов.
20. Достоинства метода лазерного вытягивания (laser spinning) 1-D наноматериалов.
21. Достоинства и недостатки метода магнитного вытягивания 1-D наноматериалов.
22. Как можно использовать волокна 1-D наноматериалов, полученные методом магнитного вытягивания для получения других волокон.
23. Нановолокна 1-D наноматериалов, полученные продавливанием через поры керамические мембраны.
24. Чем удобны молекулы ДНК для получения нанопроволок?
25. Явление полного несмачивания водой на кристаллах 1D наноматериалов.
26. Виды 2D наноматериалов.
27. Виды наноразмерных покрытий по их структуре.
28. Влияние подложки на свойства наноразмерной пленки из ВФМ.
29. Ионно-плазменные покрытия.
30. Магнетронное распыление нанопленок.
31. Применение темплатов для получения 2-мерных ВФНМ.

32. Методы получения пленок Ленгмюра-Блоджетт.
33. Получение покрытий методом молекулярного наслаивания ВФНМ.
34. Рост покрытий (пленок) [по механизму Крастанова — Странского.
35. Преимущества магнетронного напыления нанопокровов из ВФНМ.
36. Границы фаз в поликристаллических ВФМ как 2D наноматериалы.
37. Проблемы прессования заготовок из нанопорошков.
38. Суть прессования заготовок в коллекторных формах О.Л.Хасанова.
39. Достоинства и недостатки ультразвукового прессования.
40. Формование заготовок методом магнитно-импульсного прессования (компактирования).
41. Суть метода литья из гелей (gelcasting) заготовок из ВФНМ.
42. Удаление связки с использованием сверхкритического CO₂.
43. Проблемы литья заготовок из нанопорошков с использованием неводных сред.
44. Причины понижения истинной плотности беспористой нанокерамики по сравнению с обычной керамикой и монокристаллами.
45. Спекание заготовок из нанопорошков в искровом плазменном разряде (Метод SPS).
46. Спекание заготовок из нанопорошков методом 2-х ступенчатого прессования.
47. Признаки, по которым композиционные материалы относят к наноккомпозитам.
48. Приведите примеры композиционных 1D-наноматериалов.
49. Классификация композиционных ВФНМ по геометрическим параметрам, когда дисперсная фаза превосходит наноразмеры.
50. Получение негативного темплата на примере селективного травления ZnMn₂O₄ для получения наноккомпозитов на основе ВФМ.
51. Преимущества получения керамических наноккомпозитов распадом неустойчивых твердых фаз.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой).

Билет для зачета с оценкой содержит три вопроса. Максимальная оценка за первый и за второй вопросы – 13 баллов за каждый, и третий вопросы – 14 баллов. Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов.

Варианты вопроса №1. Итоговый контроль. Максимальная оценка – 13 баллов.

1. Перечислите элементы структуры, входящие в субструктуру и макроструктуру. Область, занимаемая наноматериалами, и связанные с этим свойства.
2. Пересыщенные растворы.
3. Формула для абсолютного пересыщения.
4. Критическая энергия Гиббса образования зародыша.
5. Зависимость числа зародышей от увеличения концентрации вещества в растворе.
6. Агрегативная устойчивость ионностабилизированных (лиофобных) дисперсных систем.
7. Расклинивающее давление. Оно расклинивает или сближает?
8. Соотношение между электростатической и неэлектростатической составляющими расклинивающего давления.
9. Стерические силы и причины их возникновения.
10. Суммарная энергия взаимодействия частиц от расстояния между ними. Первый минимум (U^I_{\min}).
11. Агрегативная устойчивость золь в водных растворах.
12. Источники энергии, которые могут быть использованы при синтезе наночастиц.
13. Эффекты, сопровождающие химическое взаимодействие двух оксидов при разупорядоченности по Шоттки и причины их возникновения.
14. Эффект Френкеля.
15. Роль эффектов Киркендалла-Френкеля при получении соединения

стехиометрического состава.

16. Нагревают смесь высокодисперсных порошков Al_2O_3 и SiO_2 . На месте какого оксида образуются поры и почему?
17. Изменение химических свойств при переходе на наноуровень.
18. Способы получения наночастиц, которые встречаются и в жидкой среде, и в твердой фазе.
19. Вещества, используемые в качестве исходных при синтезе нанопорошков в жидкой фазе.
20. Способы отделения наночастиц от жидкой фазы.
21. Отделение жидкой фазы от наночастиц, и их промывание при использовании электрофореза.
22. Дезагрегация после сушки. Виды дезагрегации. Их достоинства и недостатки.
23. Строение жидкостей. Ближний порядок.
24. Изменение структуры жидкостей при приближении к температуре кипения.
25. Соединения, которые чаще всего применяют в качестве осаждаемых веществ в воде.
26. Требования к исходным веществам при получении наночастиц осаждением в воде.
27. Сравните достоинства и недостатки использования в качестве осадителя аммиака или растворов NaOH и KOH .
28. Осадители, применяемые для осаждения гидроксидов.
29. Процессы старения осадков в водных растворах.
30. Применение ПАВ для предотвращения образования прочных агрегатов.
31. Замещение воды органическими жидкостями для предотвращения образования прочных агрегатов.
32. Преимущества и недостатки применения органических растворов для получения нанопорошков.
33. Преимущества применения полярных органических растворителей (например, гликолей) при получении наночастиц.
34. Экстракционно-пиролитический метод получения нанопорошков.
35. Влияние добавления гидроксида щелочного металла на экстракцию катионов.
36. Достоинства экстракционно-пиролитических методов.
37. Обратные мицеллы. Их использование для получения наночастиц.
38. Ионогенные ПАВ.
39. Верхний температурный предел мицеллообразования ионогенных ПАВ (Точка помутнения).
40. Процессы в мицеллярной системе при увеличении концентрации ПАВ.
41. Объясните, что такое солубилизация (коллоидное растворение).
42. Условная шкала гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ). Ее получение и использование.
43. Схема перераспределения эмульгатора в системе масло-вода в зависимости от соотношения гидрофильной и липофильной частей (ГЛБ).
44. Реакция оляции. Продемонстрируйте это на реакции гидроксида титана.
45. Акваанионы и их устойчивость по сравнению с аквакатионами. Приведите примеры.
46. Замещение катионов лития на катионы водорода в β -сподумене ($\text{Li}_2\text{O}-5\text{Al}_2\text{O}_3-4\text{SiO}_2$). Что происходит с кристаллографической структурой?
47. Применение постоянного тока при получении наночастиц методом электрохимического синтеза.
48. Роль водорода, выделяющегося в катодный полупериод.
49. Особенности электрохимического синтеза наночастиц, если его проводить в неводных средах.
50. Достоинства электрохимического синтеза наночастиц в неводных средах.

Варианты вопроса №2. Итоговый контроль. Максимальная оценка – 13 баллов.

1. Ксерогели и их использование.
2. Суть золь-гель метода.
3. Проблемы реализации золь-гель метода с использованием полимерного геля при получении наночастиц сложных оксидов.
4. Приведите недостатки золь-гель метода с использованием ионообменных смол.
5. Приведите недостатки золь-гель метода с использованием ионообменных смол.
6. Сравните метод Печини с золь-гель методом.
7. Достоинства и недостатки метода Печини.
8. Получение криогранул и предъявляемые к ним требования.
9. Основная проблема, которую приходится решать в криохимическом методе и меры для ее устранения.
10. Влияние температуры замораживания криогранул на размер получаемых частиц порошка.
11. Сравните жидкий азот и низкотемпературные жидкости для получения криогранул.
12. Меры по предотвращению замерзания раствора в форсунке при получении криогранул в вакуумно-распылительной установке.
13. Коэффициент диффузии в сверхкритическом флюиде.
14. Гипотеза об изменении структуры воды при переходе в сверхкритическом флюиде. Критическая изотерма.
15. Фазовая диаграмма Р-Т для сверхкритических флюидов. Перечислите области, которые присутствуют на диаграмме для воды.
16. Реактор проточного типа для сверхкритических флюидов. Как изучают процессы *in situ*?
17. Схема получения нанопорошков в сверхкритическом флюиде. Его отличие от осаждения в жидкой фазе.
18. Проблемы захвата синтезируемым нанопорошком компонентов растворителя и побочных соединений.
19. Распыление раствора в расплаве для получения гранул и перспективы, которые при этом появляются для получения нанопорошков.
20. Требования, которые предъявляют к металлам – растворителям.
21. Реализация окисления металла в металлическом расплаве при получении нанопорошка.
22. Окисление раствора – расплава при получении наночастиц и его последствия.
23. Приведите примеры соединений, из которых могут быть получены наночастицы в расплавах свинца и свинца- висмута.
24. Приведите примеры хлоридов, из которых могут быть получены наночастицы в расплавах свинца и свинца- висмута.
25. Приведите реакции получения наночастиц нитридов в расплавах галлия, свинца и свинца- висмута.
26. Свойства наночастиц $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, полученных из расплава Ga.
27. Приведите свойства и области применения продукта, получаемого окислением в системе Hg-Al.
28. Суть метода LANXIDE.
29. Металлы, используемые в методе LANXIDE.
30. Что понимают под ионными жидкостями.
31. Особенности проведения реакций в ионных жидкостях, плавящихся при температуре ниже 100 °C.
32. Получение наностержней из TiO_2 синтезом в расплаве $\text{NaCl} / \text{Na}_2\text{HPO}_4$ в микроволновой печи.
33. Схема получения нанопорошков в газовой фазе.
34. Объясните различие скоростей реакций в газовой и в жидкой фазе.

35. Процессы получения наночастиц, которые проводят в газовой фазе.
36. Суть процесса физического осаждения в газовой фазе (PVD).
37. Получение наночастиц за счет расширения газообразной смеси (адиабатическое расширение).
38. Достоинства и недостатки экранирования катионов крупными лигандами при процессе CVD.
39. Влияние увеличения парциального давления инертного газа при испарении-конденсации.
40. Изменение формы наночастиц, получаемых методом CVD, при изменении температуры и увеличении соотношения Cd:S.
41. Получение методом CVS в газовой смеси $\text{AlCl}_3\text{-NH}_3\text{-N}_2$ нанопорошков из AlN. Напишите химическую реакцию
42. Получение наночастиц сплавов Fe -Ni, Fe - Mn, Fe - Cr, Fe – Co в газовой фазе с использованием импульсного лазерного испарения. Получение из них наночастиц сложных соединений.
43. Получение наночастиц оксидно-нитридных или карбидно-нитридных смесей в газовой фазе с использованием импульсного лазерного испарения.
44. Оси симметрии, которые могут быть в классических кристаллах и почему.
45. Фуллерены. Самые распространенные виды фуллеренов.
46. Многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ). Сравните их по свойствам с однослойными.
47. Модуль упругости ОУНТ, МУНТ и стали.
48. Необходимость очистки УНТ. Основные примеси, присутствующие в УНТ сразу после их синтеза.
49. Ориентация УНТ при вытягивании пластинки из их суспензии. Требования к пластинке и к проведению процесса.
50. Каталитический синтез УНТ из газовой фазы, содержащей C_2H_2 .

Варианты вопроса № 3. Итоговый контроль. Максимальная оценка – 14 баллов.

1. Синтез наночастиц механохимическим методом.
2. Механохимия. Почему для получения наночастиц из смеси порошков металла и углерода применяют сухой помол, а не мокрый?
3. Получение полых наночастиц.
4. Как вы понимаете получение полых наночастиц, когда темплат жидкий, а окружающая среда – жидкость?
5. Как вы понимаете получение полых наночастиц, когда темплат жидкий, а окружающая оболочка – твердое?
6. Когда применяют модификацию поверхности наночастиц?
7. Зачем на наночастицы наносят биоактивные вещества?
8. Покрытия на наночастицы, приводящие к их направленному объединению в цепочки и нанопроволоки.
9. Классификация методов получения 1–мерных нано-ВФМ.
10. Синтез 1-D наноматериалов с использованием позитивных темплатов.
11. Чем отличаются VLS-механизм и LCG-механизм роста нитевидных кристаллов?
12. Перспективные области применения 1-D наноматериалов.
13. Суть метода электроротационного вытягивания (электровытягивания) (electrospinning (e-spinning)).
14. Что такое конус Тейлора (Taylor cone) в методе электровытягивания.
15. Сравните методы электроротационного и ротационного реактивного прядения.
16. Суть метода лазерного вытягивания (laser spinning).
17. Прекурсоры, применяемые в методе лазерного вытягивания (laser spinning).
18. Достоинства метода лазерного вытягивания (laser spinning).

19. Достоинства и недостатки метода магнитного вытягивания
20. Как можно использовать волокна, полученные методом магнитного вытягивания для получения других волокон.
21. Нановолокна, полученные продавливанием через поры керамические мембраны.
22. Чем удобны молекулы ДНК для получения нанопроволок?
23. Явление полного несмачивания водой на кристаллах 1D наноматериалов.
24. Виды 2D наноматериалов.
25. Виды наноразмерных покрытий по их структуре.
26. Влияние подложки на свойства нанокерамической пленки.
27. Ионно-плазменные покрытия.
28. Магнетронное распыление нанопленок.
29. Применение темплатов для получения 2-мерных наноматериалов.
30. Методы получения пленок Ленгмюра-Блоджетт.
31. Получение покрытий методом молекулярного наслаивания.
32. Рост покрытий (пленок) по механизму Крастанова — Странского.
33. Преимущества магнетронного напыления нанопокровов.
34. Границы фаз как 2D наноматериалы.
35. Суть прессования заготовок в коллекторных формах О.Л.Хасанова.
36. Достоинства и недостатки ультразвукового прессования.
37. Формование заготовок методом магнитно-импульсного прессования (компактирования).
38. Суть метода литья из гелей (gelcasting) полуфабрикатов из ВФРМ.
39. Удаление связки с использованием сверхкритического CO₂.
40. Проблемы литья заготовок из нанопорошков с использованием неводных сред.
41. Почему в беспористой нанокерамике истинная плотность меньше, чем в монокристаллах.
42. Спекание заготовок из нанопорошков в искровом разряде (Метод SPS).
43. Спекание заготовок из нанопорошков методом 2-х ступенчатого прессования.
44. Какие композиционные материалы относят к наноккомпозитам на основе ВФМ?
45. Приведите примеры композиционных 1D-наноматериалов на основе ВФМ.
46. Классификация наноккомпозитов на основе ВФМ по геометрическим параметрам, когда дисперсная фаза превосходит наноразмеры.
47. Получение негативного темплата на примере селективного травления ZnMn₂O₄ для получения наноккомпозитов на основе ВФМ.
48. Преимущества получения керамических наноккомпозитов распадом неустойчивых твердых фаз.
49. Принцип действия и применение Оже-спектроскопии для исследования наночастиц.
50. Принцип действия и применение микроскопов ближнего поля для исследования наночастиц.

8.4. Структура и примеры билета для зачета с оценкой

Билет для зачета с оценкой по дисциплине «Основы технологии нанопорошков и материалов на их основе» включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Задание для зачета с оценкой состоит из 3 вопросов, относящихся к разным разделам дисциплины (по одному вопросу из каждого раздела). Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый и второй вопросы – 13 баллов каждый, третий вопрос оценивается из 14 баллов.

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ХТКиО _____ 20__ г. Н.А. Макаров</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра Химической технологии керамики и огнеупоров
	Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование
	Профиль «Технологические машины и оборудование производства высокотемпературных функциональных материалов»
	Основы технологии нанопорошков и материалов на их основе
<p align="center">Билет для зачета с оценкой № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите элементы структуры, входящие в субструктуру и макроструктуру. Область, занимаемая наноматериалами, и связанные с этим свойства. 2. Ксерогели и их использование. 3. Синтез наночастиц механохимическим методом. 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Наноматериалы и нанотехнологии / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; Под ред.: Пряхин Е. И.. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 372 с. — ISBN 978-5-507-46915-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/323648> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б. Дополнительная литература

1. Беляков А. В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц / Уч. пособие. М.: РХТУ, 2011. — 272 с.
2. Должиков, В. П. Технологии наукоемких машиностроительных производств : учебное пособие / В. П. Должиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2393-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212423> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов». ISSN: 0235-2206
- Ж. Российские нанотехнологии. ISSN (print): 1992-7223, ISSN (online): 1993-4068.
- Ж. Наноиндустрия. ISSN 1992-4178 (Print) ISSN 1992-4186 (Online).
- Ж. Нанотехника. ISSN 1816-4498.
- Ж. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582
- Ж. Физика и химия стекла. ISSN: 0132-6651
- Ж. Техника и технология силикатов. ISSN: 20760655

- Нанометр. Информационный бюллетень ФНМ. Факультет наук о материалах, МГУ им. М.В. Ломоносова. [Электронный ресурс] www.fnm.msu.ru, www.nanometer.ru
- Российский Электронный наножурнал. ООО «Парк-медиа». [Электронный ресурс] <http://www.nanojournal.ru>
- Нано Дайджест. Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс] <http://nanodigest.ru>
- Наномир - интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс] <http://www.miracle-uni.ru>
- Ж. Nature Nanotechnology. 1748-3387 (print) and 1748-3395 (online).
- Ж. Nanotoday. ISSN (printed): 1748-0132. [Online]. ISSN, 1748-0132
- Ж. Nanotechnology. ISSN 0957-4484 (Print) ISSN 1361-6528 (Online)
- Ж. Journal of Nanoparticle Research. ISSN: 1388-0764. E-ISSN: 1572-896X.
- Ж. Journal of Experimental Nanoscience. Print ISSN: 1745-8080 Online ISSN: 1745-8099.
- Ж. Journal of Non-Crystalline Solids. ISSN: 0022-3093
- Политематические базы данных (БД): США: CAPLUS; COMPENDEX; Великобритания: INSPEC; Франция: PASCAL.
- Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 12;
- комплекты образцов керамических, стеклообразных, вязущих, композиционных материалов – 4;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 360);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 120);
- <https://etutorium.ru/> – LMS eTutorium.

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 технологии нанопорошков и материалов на их основе» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; плакаты диаграмм состояния тугоплавких неорганических и силикатных систем; комплекты колебательных спектров и спектров люминесценции ВФМ; наборы образцов тугоплавких неорганических и силикатных материалов; демонстрационные изделия из силикатных материалов.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками ВФМ.

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

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

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

	From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)			
26.	Curve Fitting Toolbox Classroom new Product From 25 to 49 Concurrent Licenses (per License)	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	25 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
27.	NI Circuit Design Suite	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	10 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
28.	Неисключительная лицензия OriginLab ORIGINPRO- New License Node-Lock License Singl Seat EDUCATIONAL	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
29.	Неисключительная лицензия Originlab Annual Maintenance Renewal OriginPro 2022b Perpetual Node-Locked Academic Licens	Контракт №72-99ЭА/2022 от 29.08.2022	13 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
30.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
31.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	150 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная
32.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	24 лицензии для активации на рабочих станциях	бессрочная
33.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook 	Контракт №175-262ЭА/2019 от 30.12.2019	150 лицензий для активации на рабочих станциях	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	-	24 месяца (продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
35.	iSpring Suite Max	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
36.	iSpring Suite версия 11	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1 лицензия для активации на рабочих станциях	02.12.2025
37.	Планы Мини	Договор № 99-155ЭА-223/2024 от 25.11.2024	1	30.09.2025

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

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Нанопорошки (НП) на основе ВФМ. Классификации, общие положения. Получение НП в водной среде.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современные научные достижения и перспективные направления работ в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и свойствах твердых тел как звеньях единой цепи; – технологические процессы синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе, основы проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств, области применения; – основные пути создания новых методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе для применения в различных областях хозяйства. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; – проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств нанопорошков и ВФМ на их основе; – применять теоретические знания по современным и перспективным методам синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе для решения исследовательских и 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за лабораторные работы по разделу 1</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p>

	<p>прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии нанопорошков и ВФМ на их основе, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения; – методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе с учетом правил соблюдения авторских прав. 	
<p>Раздел 2.</p> <p>Получение НП в жидкой и газовой фазах. Получение НП методом разложения прекурсоров. Хранение и транспортировка наночастиц.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современные научные достижения и перспективные направления работ в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и свойствах твердых тел как звеньях единой цепи; – технологические процессы синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе, основы проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств, области применения; – основные пути создания новых методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе для применения в различных областях хозяйства. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; – проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств нанопорошков и ВФМ на их основе; 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за лабораторные работы по разделу 2</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p>

	<p>– применять теоретические знания по современным и перспективным методам синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии нанопорошков и ВФМ на их основе, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения; – методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе с учетом правил соблюдения авторских прав. 	
<p>Раздел 3. Синтез 1D-, 2D-, 3D- наноматериалов и нанокомпозитов на основе ВФМ. Методы исследования наноматериалов на основе ВФМ. Заключение.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современные научные достижения и перспективные направления работ в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – современные кристаллохимические, термодинамические, структурные представления о строении и свойствах твердых тел как звеньях единой цепи; – технологические процессы синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе, основы проектирования и практические аспекты исследования их состава, структуры и свойств, области применения; – основные пути создания новых методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе для применения в различных областях хозяйства. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых методов синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения; 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за лабораторные работы по разделу 3</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p>

	<ul style="list-style-type: none"> – проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств нанопорошков и ВФМ на их основе; – применять теоретические знания по современным и перспективным методам синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии нанопорошков и ВФМ на их основе, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения; – методами критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе; – способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области синтеза нанопорошков и ВФМ на их основе с учетом правил соблюдения авторских прав. 	
--	---	--

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

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

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

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

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

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
**«Основы технологии нанопорошков и материалов
на их основе»**

основной образовательной программы
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
код и наименование направления подготовки

**профиль «Технологические машины и оборудование производства
высокотемпературных функциональных материалов»**
наименование профиля

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
3.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
4.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
5.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
РХТУ им. Д.И. Менделеева
протокол № 30 от «30» июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Техника высоких температур»**

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

**«Технологические машины и оборудование производства
высокотемпературных функциональных материалов»**

Квалификация «бакалавр»

Москва 2025

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

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

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Техника высоких температур» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана. Дисциплина «Техника высоких температур» помогает студенту в освоении дисциплин основной образовательной программы в части применения полученных знаний, умений и навыков в производственной и научно-исследовательской деятельности.

Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний о принципах работы, проектировании и условиях эксплуатации высокотемпературной техники, применяемой при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ), а также о видах испытаний, проводимых при высоких температурах.

Задачи дисциплины – дать обучающимся знания о принципах выбора высокотемпературных печей для производства ВФМ, оценивать техническое состояние оборудования и проводить мероприятия по предупреждению различных неисправностей. Дисциплина 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 профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенции	Основание
Типы задач профессиональной деятельности – проектно-конструкторский, производственно-технологический				
Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов и агрегатов в области химической технологии и технологии материалов, в том числе с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p>Технологические машины и оборудование химических производств, технологии материалов</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>	ПК-1. Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p>ПК-1.1. Знает принципы и порядок расчета деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности и основные программные средства для их выполнения</p> <p>ПК-1.2. Умеет проектировать типовую технологическую оснастку с использованием прикладных программных средств</p> <p>ПК-1.3. Владеет методиками автоматизированного проектирования деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в прикладных программных средствах</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.</p> <p>ПС 40.136 Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от</p>

		<p>ПК-2. Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>	<p>ПК-2.1. Знает принципы и порядок разработки технической документации в соответствии с техническими требованиями к продукции и условиями реализации технологического процесса при нормальных условиях эксплуатации</p> <p>ПК-2.2. Умеет составлять техническое задание на экспертизу технической документации, готовить пояснительную записку (сведения) об объекте экспертизы</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками разработки экспертного заключения в соответствии с актуальными нормативными документами</p>	<p>03.07.2019 № 477н). Обобщенная трудовая функция А Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; уровень квалификации 6, трудовая функция А/02.6 Разработка интегрированной информационной модели типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>ПС 40.086 Специалист по внедрению новой техники и технологий в термическом производстве (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты</p>
--	--	---	--	--

		<p>ПК-3. Способен выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин</p>	<p>ПК-3.1. Знает основные виды управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки и программное обеспечение к ним</p> <p>ПК-3.2. Умеет проектировать режимы термической и химико-термической обработки с учетом требований энерго- и ресурсоэффективности</p> <p>ПК-3.3. Владеет методиками реализации разработанных режимов термической и химико-термической обработки в программах для управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки</p>	<p>Российской Федерации от 22.10.2020 № 741н). Обобщенная трудовая функция А Внедрение несложных новых техники и технологий термической обработки; уровень квалификации 5, трудовая функция А/01.5 Сбор и обобщение информации о новых оборудовании и технологиях в термическом производстве</p> <p>ПС 25.053 Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской</p>
--	--	---	---	---

		<p>ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них</p>	<p>ПК-4.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ</p> <p>ПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ</p> <p>ПК-4.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по</p>	<p>Федерации от 03.09.2018 № 573н). Обобщенная трудовая функция Г Проведение научно-экспериментальных исследований по отработке специализированных параметров неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, технологии их применения; уровень квалификации 6, трудовая функция G/05.6 Инженерное сопровождение при проведении входного контроля неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, препарации сборочных узлов, контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении серийных деталей и сборочных узлов и в рамках опытно-конструкторских работ</p>
--	--	---	---	--

			результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ	
--	--	--	---	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- виды высокотемпературных печей и их классификацию;
- виды нагревательных элементов, используемых в технике высоких температур, различные виды теплоизоляционных материалов, применяющихся в качестве футеровки печей, способы создания разреженной атмосферы, окислительной либо восстановительной среды в рабочем пространстве печи;
- методы измерения и контроля температуры, газовой среды, а также ряда других эксплуатационных параметров печей;
- методы контроля различных свойств ВФМ и виды испытаний, проводимых при высоких температурах;
- способы проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса печей;
- способы анализа причин нарушения работоспособности печей.

Уметь:

- применять теоретические знания о принципах работы и основных элементах высокотемпературных печей при их подборе для производства ВФМ, о методах измерения ряда эксплуатационных параметров печей;
- проводить контроль технического состояния и оценку остаточного ресурса печей;
- проводить анализ причин нарушения работоспособности печей и разрабатывать мероприятия по их предупреждению.

Владеть:

- знаниями о современных высокотемпературных агрегатах, используемых при производстве ВФМ;
- знаниями и навыками для измерения и контроля различных параметров при эксплуатации печей;
- знаниями и навыками проведения испытаний по контролю свойств ВФМ, требующих высоких температур;
- знаниями, необходимыми для проведения контроля технического состояния оборудования;
- знаниями, необходимыми для анализа причин нарушения работоспособности агрегатов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,88</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,88	32	24
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,88</i>	<i>32</i>	<i>24</i>
Самостоятельная работа	1,66	60	45
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,66	47,8	35,9
Выполнение реферативно-аналитической работы		12	8,95
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
Вид контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Лаб. работы	<i>в т.ч. в форме пр. подг.</i>	Сам. работа
1	Классификация высокотемпературных печей, принципы их работы и конструкционные особенности	54	6	16	16	32
1.1	Введение. Классификация печей. Туннельные и конвейерные печи	14	4	2	2	8
1.2	Электрические и индукционные печи. Муфельные печи. Построение режимов обжига	16	2	6	6	8
1.3	Печи для проведения специальных испытаний	24	-	8	8	16
2.	Теплообмен в высокотемпературных печах и методы получения высоких температур	30	6	8	8	16
2.1	Закономерности теплообмена в печах и циркуляция газов	10	2	-	-	8
2.2	Методы достижения высоких температур	20	4	8	8	8
3.	Футеровка печей. Температура и ее измерение	24	4	8	8	12
3.1	Классификация огнеупоров, используемых для футеровки печей. Области применения и их ограничения	12	2	4	4	6
3.2	Измерение температуры: методы пирометрии и при помощи термопар	12	2	4	4	6
	Всего часов	108	16	32	32	60

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Классификация высокотемпературных печей, принципы их работы и конструкционные особенности.

1.1. Введение. Классификация печей. Туннельные и конвейерные печи.

Печи периодического и непрерывного действия. Конструкция и принцип работы печей периодического действия. Печи непрерывного действия, классификация по режиму обжига и виду изделий. Туннельные и конвейерные печи. Конструкция и принцип действия туннельных печей открытого пламени. Особенности конструкции и область применения конвейерных печей.

1.2. Электрические и индукционные печи. Муфельные печи. Построение режимов обжига. Электрические печи. Особенности конструкции и организации обжига. Высокотемпературные электрические печи для обжига изделий технической керамики. Конструкционные особенности и области применения индукционных печей в технологии ВФМ.

Муфельные печи. Принцип работы, особенности конструкции и область применения муфельных печей для обжига изделий керамической технологии.

Построение режимов обжига. Особенности построения режимов обжига в зависимости от типа печи и нагревательных элементов, а также целей высокотемпературной обработки.

1.3. Печи для проведения специальных испытаний.

Печи для горячего прессования. Печи для проведения рентгенофазового анализа при повышенных температурах. Печи для проведения микроскопических исследований. Конструкционные особенности и требования к печам.

2. Теплообмен в высокотемпературных печах и методы получения высоких температур.

2.1. Закономерности теплообмена в печах и циркуляция газов.

Внешний и внутренний теплообмен в технике высоких температур. Различные виды теплопередачи в печах. Конвекция. Коэффициент теплоотдачи конвекцией. Радиационный теплообмен и способы его интенсификации.

Движение газов в печах. Естественное и принудительное движение газов в печах. Температурное расслоение газов, возможные причины и меры по предотвращению. Естественная тяга в печах. Искусственное перемещение газов в печах. Оборудование для перемещения газов в печах, их конструкционные особенности и границы применения.

2.2. Методы достижения высоких температур.

Источники энергии для высокотемпературных печей. Способы получения тепловой энергии для пламенных и электрических печей. Энергетическое и технологическое топливо для печей. Устройства для сжигания топлива. Конструкционные особенности устройств для сжигания топлива различного агрегатного состояния.

Нагревательные элементы. Основные параметры, характеризующие нагреватели. Классификация нагревательных элементов. Металлические нагреватели. Хромоникелевые, железохромоникелевые нагреватели и температурные границы их эксплуатации. Силитовые нагреватели и температурные границы их эксплуатации. Криптоловые нагреватели и особенности их использования. Дисилицидмолибденовые нагреватели. Хромитлантановые нагреватели. Нагревательные элементы из диоксида циркония. Графитовые нагреватели. Подготовка нагревателей к эксплуатации. Опасные факторы эксплуатации нагревателей. Опасные факторы, приводящие к сокращению срока службы нагревателей либо полному выходу из строя. Старение, окисление нагревателей. Способы крепления нагревателей. Способы соединения нагревателей в цепь. Соединение последовательное, параллельное, комбинированное.

3. Футеровка печей. Температура и ее измерение.

3.1. Классификация огнеупоров, используемых для футеровки печей. Области применения и их ограничения.

Классификация огнеупоров. Типы огнеупорных изделий: кремнеземистые, алюмосиликатные, периклазовые, доломитовые, шпинельные, углеродсодержащие,

карбидкремниевые, цирконовые. Полиморфные превращения в огнеупорных материалах. Ограничения применения различных видов огнеупоров. Факторы, снижающие срок службы футеровки. Требования, предъявляемые к внутреннему и внешнему слою футеровки.

3.2. Измерение температуры: методы пирометрии и при помощи термопар.

Общий принцип работы пирометров. Оптический пирометр. Лучеиспускательная способность. Отраженное излучение. Радиационная пирометрия «полного излучения». Влияние лучеиспускательной способности в радиационной пирометрии. Излучение пламени. Цветовая температура. Термопары для измерения высоких температур. Понятие дифференциальной термопары. Виды термопар. Металлические термопары и условия их эксплуатации. Керамические и металлокерамические термопары. Защита термопар.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Знать:				
1	- виды высокотемпературных печей и их классификацию;	+		
2	- виды нагревательных элементов, используемых в технике высоких температур, различные виды теплоизоляционных материалов, применяющихся в качестве футеровки печей, способы создания разреженной атмосферы, окислительной либо восстановительной среды в рабочем пространстве печи;		+	
3	- методы измерения и контроля температуры, газовой среды, а также ряда других эксплуатационных параметров печей;			+
4	- методы контроля различных свойств ВФМ и виды испытаний, проводимых при высоких температурах;	+		
5	- способы проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса печей;	+	+	+
6	- способы анализа причин нарушения работоспособности печей.	+	+	+
Уметь:				
7	- применять теоретические знания о принципах работы и основных элементах высокотемпературных печей при их подборе для производства ВФМ, о методах измерения ряда эксплуатационных параметров печей;	+	+	+
8	- проводить контроль технического состояния и оценку остаточного ресурса печей;	+	+	+
9	- проводить анализ причин нарушения работоспособности печей и разрабатывать мероприятия по их предупреждению.	+	+	+
Владеть:				
10	- знаниями о современных высокотемпературных агрегатах, используемых при производстве ВФМ;	+	+	+
11	- знаниями и навыками для измерения и контроля различных параметров при эксплуатации печей;	+	+	+
12	- знаниями и навыками проведения испытаний по контролю свойств ВФМ, требующих высоких температур;	+	+	+

13	- знаниями, необходимыми для проведения контроля технического состояния оборудования;		+	+	+
14	- знаниями, необходимыми для анализа причин нарушения работоспособности агрегатов.		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
15	- ПК-1. Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-1.1. Знает принципы и порядок расчета деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности и основные программные средства для их выполнения;	+	+	+
16		ПК-1.2. Умеет проектировать типовую технологическую оснастку с использованием прикладных программных средств;	+	+	+
17		ПК-1.3. Владеет методиками автоматизированного проектирования деталей и узлов технологического оборудования химической промышленности в прикладных программных средствах.	+	+	+
18	- ПК-2. Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-2.1. Знает принципы и порядок разработки технической документации в соответствии с техническими требованиями к продукции и условиями реализации технологического процесса при нормальных условиях эксплуатации;	+	+	+
19		ПК-2.2. Умеет составлять техническое задание на экспертизу технической документации, готовить пояснительную записку (сведения) об объекте экспертизы;	+	+	+
20		ПК-2.3. Владеет навыками разработки экспертного заключения в соответствии с актуальными нормативными документами.	+	+	+
21	- ПК-3. Способен выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических	ПК-3.1. Знает основные виды управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки и программное обеспечение к ним;	+	+	+

22	процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	ПК-3.2. Умеет проектировать режимы термической и химико-термической обработки с учетом требований энерго- и ресурсоэффективности;	+	+	+
23		ПК-3.3. Владеет методиками реализации разработанных режимов термической и химико-термической обработки в программах для управляющих средств оборудования термической и химико-термической обработки.	+	+	+
24	- ПК-4 Способен обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления при производстве высокотемпературных функциональных материалов (ВФМ) и изделий из них	ПК-4.1. Знает проблемы теории и технологии инновационных процессов производства ВФМ и изделий из них, технологические возможности, характеристики и особенности эксплуатации термического оборудования, критерии оценки технологичности и повышения эффективности процессов производства ВФМ;	+	+	+
25		ПК-4.2. Умеет разрабатывать технологические режимы и выбирать аппаратное оформление для реализации типовых и инновационных процессов получения ВФМ;	+	+	+
26		ПК-4.3. Владеет приемами подбора и корректировки параметров нового сложного технологического процесса термического производства по результатам анализа структуры и свойств материалов, в том числе с применением вычислительной техники и прикладных программ.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Техника высоких температур», а также дает знания о конструкционных особенностях печей различного типа, видах и особенностях эксплуатации различных нагревательных элементов, опасных факторах, сокращающих срок эксплуатации оборудования. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 40 баллов (максимально по 8 баллов за 5 работ – 4 балла допуск и 4 балла защита). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примерный перечень лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Расчет режима и проведение обжига в высокотемпературной вакуумной печи	4
2	2	Подготовка спиралевидных нагревателей к их эксплуатации	8
3	2	Подбор карбидкремниевых нагревателей по сопротивлению и их подключение в электрическую цепь различными способами	8
4	3	Определение температуры в печи при помощи пирометра и дифференциальной термопары	4
5	3	Замена футеровки печи	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- подготовку реферата и презентации для выступления;
- работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- оформление лабораторного журнала;
- подготовку к сдаче 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 30 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 40 баллов) и реферативно-аналитической работы (максимальная оценка 30 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

- 1) Особенности применения горячего прессования при производстве карбидкремниевой керамики
- 2) Особенности применения горячего прессования при производстве керамики на основе благородной шпинели
- 3) Области применения горячего прессования в технологии керамики
- 4) Требования, предъявляемые к печам для горячего прессования
- 5) Конструкционные особенности печи для горячего прессования
- 6) Перспективы использования искрового плазменного спекания (ИПС) в технологии ВФМ
- 7) Принцип работы установки для спекания в искровой плазме
- 8) Области применения установки ИПС в технологии керамики
- 9) Особенности ИПС при производстве бескислородных материалов
- 10) Особенности ИПС при производстве изделий крупных размеров
- 11) Особенности ИПС при производстве изделий сложной формы
- 12) Конструкционные особенности печей для изучения смачиваемости расплавами металлов
- 13) Конструкционные особенности печей для изучения смачиваемости расплавами стекол
- 14) Принципы модифицирования печей для проведения специальных измерений
- 15) Требования к печам для проведения рентгенофазового анализа при высоких температурах
- 16) Требования к печам для проведения микроскопических исследований при высоких температурах
- 17) Конструкционные особенности высокотемпературных печей для дилатометрических исследований
- 18) Конструкционные особенности высокотемпературных печей при изучении ползучести керамики
- 19) Конструкционные особенности высокотемпературных печей при изучении упругих свойств
- 20) Конструкционные особенности высокотемпературных печей при изучении электрофизических свойств
- 21) Конструкционные особенности высокотемпературных печей для определения термостойкости керамики
- 22) Конструкционные особенности высокотемпературных печей для определения класса огнеупорности керамики
- 23) Области применения конвейерных печей в технологии ВФМ
- 24) Области применения камерных печей в технологии ВФМ
- 25) Области применения печей периодического действия в технологии ВФМ

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по контрольной работе по разделам 1, 2 и 3).

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

Вопрос 1.1.

1. По каким характеристикам разделяют тепловые печи?
2. Классификация печей по циклу работы
3. Классификация печей по форме камеры
4. Классификация печей по циркулирующим газам
5. Классификация печей по варианту теплообмена
6. Достоинства применения печей непрерывного действия
7. Классификация печей непрерывного действия – туннельные, конвейерные, кольцевые, многокамерные
8. Области применения вращающихся печей
9. Достоинства и недостатки применения вращающихся печей
10. Области применения печей шахтного типа
11. Конструкционные особенности печей шахтного типа
12. Достоинства и недостатки применения печей шахтного типа
13. Применение вращающихся печей для производства глазурей
14. Туннельные печи по типу нагрева – электрические, муфельные с подогревом через тонкие перегородки, газовые
15. Достоинства печей с подогревом изделий печными газами
16. Области применения муфельных туннельных печей
17. Особенности обжига керамических изделий в капсулах
18. Достоинства и недостатки печей с электронагревом
19. Конвейерные печи по типу конвейера
20. Достоинства и недостатки конвейерных печей с роликовыми конвейерами
21. Достоинства и недостатки конвейерных печей с полочными конвейерами
22. Достоинства и недостатки конвейерных печей с сетчатыми конвейерами
23. Достоинства и недостатки печей конвейерного типа
24. Достоинства и недостатки кольцевых печей
25. Области применения кольцевых печей при производстве ВФМ

Вопрос 1.2.

1. Классификация электрических печей
2. Опишите общий принцип работы камерных печей периодического действия
3. Циркуляция топочных газов в камерных печах периодического действия
4. Применение «горнов» при производстве фарфора
5. Циркуляция топочных газов в «горнах» при производстве фарфора
6. Опишите общий принцип работы ванн печей
7. Достоинства и недостатки ванн печей
8. Области применения ванн печей
9. Устройство печи сопротивления
10. Устройство печи индукционной
11. Устройство печи дуговой
12. Области применения печей с индукционным нагревом
13. Области применения печей сопротивления
14. Области применения дуговых печей
15. Достоинства и недостатки печей сопротивления
16. Достоинства и недостатки индукционных печей
17. Способы охлаждения индуктора в индукционных печах
18. Для каких целей чаще всего применяется индукционный нагрев в области производства ВФМ?
19. Достоинства и недостатки дуговых печей
20. Классификация индукционных печей по типу оборудования, применяющегося для создания рабочего высокочастотного тока

21. Классификация индукционных печей по величине частоты тока
22. Ограничения использования печей сопротивления
23. Основные узлы системы регулирования и электропитания печи
24. Печи для горячего прессования
25. Принцип действия электродуговых печей

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

Вопрос 2.1.

1. Внешний и внутренний теплообмен
2. Конвективный режим внутреннего теплообмена
3. Интенсификация теплопередачи конвекцией
4. Чем определяется коэффициент теплоотдачи конвекцией?
5. Параметры, определяющие свойства пограничного слоя теплоносителя
6. Различные виды теплообмена
7. Радиационный режим теплообмена
8. Разновидности радиационного режима работы печей
9. Равномерно распределенный радиационный теплообмен
10. В каких печах наиболее распространен равномерно распределенный теплообмен?
11. Направленный прямой радиационный теплообмен
12. В каких печах наиболее распространен направленный прямой радиационный обмен?
13. Направленный косвенный радиационный теплообмен
14. В каких печах наиболее распространен направленный косвенный радиационный теплообмен?
15. Какой радиационный режим подходит для нагрева габаритных изделий и почему?
16. Интенсификация радиационного теплообмена
17. Что такое рефлекторные печи?
18. Естественное и принудительное движение газов в печах
19. Вследствии чего возникает напор газов?
20. Сопротивления, препятствующие движению потоков газа
21. Местное сопротивление потоков газа
22. Сопротивление газов от трения
23. Причины возможного температурного расслоения газовых потоков
24. Последствия возможного температурного расслоения газовых потоков
25. Варианты внешней циркуляции газов

Вопрос 2.2

1. Энергетическое и технологическое топливо
2. Горячая часть топлива
3. Что такое калорийный эквивалент топлива?
4. Достоинства и недостатки газообразного топлива
5. Достоинства и недостатки жидкого топлива
6. Достоинства и недостатки твердого топлива
7. Устройства для сжигания топлива
8. Применение топок для сжигания топлива
9. Принцип работы простой топки
10. Принцип работы полугазовой топки
11. Принцип работы механической топки
12. Форсунки для сжигания жидкого топлива
13. Этапы процесса сжигания газообразного топлива
14. Форсунки по способу распыления топлива

15. Принцип работы форсунки низкого давления
16. Принцип работы форсунки высокого давления
17. Принцип работы форсунки с винтовыми каналами
18. Факельный способ сжигания топлива
19. Принцип работы горелки неполного смешивания
20. Принцип работы горелки полного смешивания
21. Какие нагревательные элементы допустимо использовать в вакууме?
22. Какие нагревательные элементы допустимо использовать окислительной среде?
23. Какие нагревательные элементы допустимо использовать восстановительной среде?
24. Области применения нагревателей из оксидов
25. Области применения бескислородных нагревательных элементов

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

Вопрос 3.1.

1. Что такое футеровка печей?
2. Какие факторы определяют выбор типа футеровки?
3. Какие материалы применяются для теплоизоляции печей?
4. Классификация огнеупоров по химическому составу
5. Классификация огнеупоров по классу огнеупорности
6. Требования, предъявляемые к внутреннему слою футеровки
7. Требования, предъявляемые к внешнему слою футеровки
8. Основные принципы выбора футеровки для печей
9. Выбор футеровки для кольцевых печей
10. Выбор футеровки для печей непрерывного типа
11. Выбор футеровки для печей периодического типа
12. Комбинирование различных слоев огнеупоров
13. Кремнеземистые огнеупоры
14. Алюмосиликатные огнеупоры
15. Периклазовые огнеупоры
16. Динасовые огнеупоры
17. Кордиеритовые огнеупоры
18. Доломитовые огнеупоры
19. Шпинельные огнеупоры
20. Цирконовые огнеупоры
21. Карбидкремниевые огнеупоры
22. Углеродсодержащие огнеупоры
23. Шамотные огнеупоры
24. Безобжиговые огнеупоры
25. Фазовые превращения в алюмосиликатных огнеупорах

Вопрос 3.2.

1. Методы измерения температуры
2. Что такое пирометрия?
3. Применение пирометрии в технике высоких температур
4. Достоинства и недостатки определения температуры при помощи пирометрии
5. Для каких тел применима пирометрия
6. Температурные ограничения пирометрии
7. Цели применения пирометрических конусов
8. Градиент температуры в рабочем объеме печи
9. Определение распределения температуры по объему печи
10. Принцип работы оптического пирометра
11. Достоинства и недостатки оптического пирометра
12. Границы применения оптического пирометра
13. Градуировка оптического пирометра
14. Особенности калибровки оптического пирометра при измерении температур выше 1063°C
15. Закон распределения энергии Планка
16. Лучеиспускательная способность
17. Погрешности пирометрии
18. Факторы, сказывающиеся на точности пирометрии
19. Радиационная пирометрия
20. Принцип работы радиационного пирометра
21. Достоинства и недостатки радиационной пирометрии
22. Влияние лучеиспускательной способности в радиационной пирометрии
23. Оценка температуры тел по цвету светового потока
24. Понятие дифференциальной термопары
25. Границы применения термопар на основе металлов

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

8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

Итоговый контроль по дисциплине «Техника высоких температур» не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Н.Т. Андрианов, В.Л. Балкевич, А.В. Беляков, А.С. Власов, И.Я. Гузман, Е.С. Лукин, Ю.М. Мосин, Б.С. Скидан. Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов // Под ред. И.Я. Гузмана. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012. 496 с.
2. Е.М. Акимова Е.М., Макаров А.В. Тепловые процессы и агрегаты тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Методические указания – РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 2014. 56 с.
3. Акимова Е.М., Макаров А.В. Тепловые процессы и агрегаты тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Учебное пособие – РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 2017. 88 с.

Б. Дополнительная литература

1. И.Д. Кашеев и др. Огнеупоры: материалы, изделия, свойства и применение: кат.-справ. М.: Теплотехник, 2004. Кн. 1 336 с., Кн. 2. 320 с.
2. И.Э. Кэмпбелл. Техника высоких температур. М: Изд. Иностранной литературы. 1959. 589 с.
3. И.А. Булавин, И.А. Макаров, А.Я. Рапопорт, В.К. Хохлов. Тепловые процессы в технологии силикатных материалов. М.: Стройиздат. 1982 г. 247 с.
4. А.С. Никифоров. Топливо и теория горения. Учебное пособие. Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова. Павлодар: Кереку. 2014 г. 260 с.
5. А.Н. Гордов, А.С. Аржанов, В.Я. Билык, Т.М. Бродович, И.И. Киренков, Э.А. Лапина, С.С. Розанова. Методы измерения температур в промышленности. М.: Металлургиздат. 1952 г. 434 с.
6. М.Г. Ладыгичев. Огнеупоры для нагревательных и термических печей. Под ред. И.Д. Кашеева. М.: Теплоэнергетик. 2002 г. 240 с.
7. Л.А. Волохонский. Вакуумные дуговые печи. М.: Энергоатомиздат. 1985 г. 232 с.
8. Г.М. Глинков. Общая теория тепловой работы печей. Учебник для вузов. М.: Металлургия. 1990 г. 232 с.
9. С.Н. Гушин. Вращающиеся печи глиноземных цехов. Учебное пособие. Свердловск: УПИ. 1979 г. 64 с.
10. Е.И. Ходоров. Техника спекания шихт глиноземной промышленности. М.: Металлургия. 1978 г. 320 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал Стекло и керамика. ISSN: 0131-9582
- Журнал Техника и технология силикатов. ISSN: 2076-0655
- Journal of the American Ceramic Society. ISSN: 1551-2916
- Journal of the European Ceramic Society. ISSN: 0955-2219

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<http://e.lanbook.com>
<http://lib.muctr.ru/>
<http://www2.viniti.ru/>
<http://elibrary.ru>
<http://www.scopus.com>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

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

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

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

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

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Техника высоких температур» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

Аудитория для проведения лабораторных работ, оснащенная набором посуды, реактивов, оборудованием - лабораторные столы и шкафы, весовой стол, весы технические и аналитические, печи сопротивления, печь вакуумная, хромитлантановые и силитовые нагревательные элементы, футеровочные плиты, пирометры, набор дифференциальных термопар.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Наборы образцов нагревательных элементов различного состава и различной формы.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

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

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

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

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

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1. Классификация высокотемпературных печей, принципы их работы и конструкционные особенности материалов	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - виды высокотемпературных печей и их классификацию; - методы контроля различных свойств ВФМ и виды испытаний, проводимых при высоких температурах; - способы проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса печей; - способы анализа причин нарушения работоспособности печей. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания о принципах работы и основных элементах высокотемпературных печей при их подборе для производства ВФМ, о методах измерения ряда эксплуатационных параметров печей; - проводить контроль технического состояния и оценку остаточного ресурса печей; - проводить анализ причин нарушения работоспособности печей и 	<p>Оценка за контрольную работу № 1</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу,</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p>

	<p>разрабатывать мероприятия по их предупреждению.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о современных высокотемпературных агрегатах, используемых при производстве ВФМ; - знаниями и навыками для измерения и контроля различных параметров при эксплуатации печей; - знаниями и навыками проведения испытаний по контролю свойств ВФМ, требующих высоких температур; - знаниями, необходимыми для проведения контроля технического состояния оборудования; - знаниями, необходимыми для анализа причин нарушения работоспособности агрегатов. 	
<p>2. Теплообмен в высокотемпературных печах и методы получения высоких температур.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - виды нагревательных элементов, используемых в технике высоких температур, различные виды теплоизоляционных материалов, применяющихся в качестве футеровки печей, способы создания разреженной атмосферы, окислительной либо восстановительной среды в рабочем пространстве печи; - способы проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса печей; - способы анализа причин нарушения работоспособности печей. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания о принципах работы и основных элементах высокотемпературных печей при их подборе для производства ВФМ, о методах измерения ряда эксплуатационных параметров печей; - проводить контроль технического состояния и оценку остаточного ресурса печей; - проводить анализ причин нарушения работоспособности печей и разрабатывать мероприятия по их предупреждению. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о современных высокотемпературных агрегатах, используемых при производстве ВФМ; 	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу,</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - знаниями и навыками для измерения и контроля различных параметров при эксплуатации печей; - знаниями и навыками проведения испытаний по контролю свойств ВФМ, требующих высоких температур; - знаниями, необходимыми для проведения контроля технического состояния оборудования; - знаниями, необходимыми для анализа причин нарушения работоспособности агрегатов. 	
3. Футеровка печей. Температура и ее измерение.	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методы измерения и контроля температуры, газовой среды, а также ряда других эксплуатационных параметров печей; - способы проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса печей; - способы анализа причин нарушения работоспособности печей. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания о принципах работы и основных элементах высокотемпературных печей при их подборе для производства ВФМ, о методах измерения ряда эксплуатационных параметров печей; - проводить контроль технического состояния и оценку остаточного ресурса печей; - проводить анализ причин нарушения работоспособности печей и разрабатывать мероприятия по их предупреждению. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о современных высокотемпературных агрегатах, используемых при производстве ВФМ; - знаниями и навыками для измерения и контроля различных параметров при эксплуатации печей; - знаниями и навыками проведения испытаний по контролю свойств ВФМ, требующих высоких температур; - знаниями, необходимыми для проведения контроля технического состояния оборудования; - знаниями, необходимыми для анализа причин нарушения работоспособности агрегатов. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу,</p> <p>Оценка за лабораторный практикум</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 оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Техника высоких температур»

основной образовательной программы

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль «Технологические машины и оборудование производства высокотемпературных функциональных материалов»

Форма обучения: очная

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



РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Лемешев Дмитрий Олегович
Проректор по учебной работе,
Ректорат

Подписан: 19:01:2026 20:55:04