

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

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Иностранный язык»

Направление подготовки 28.04.02 Наноинженерия

(Код и наименование направления подготовки)

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

(Наименование магистерской программы)

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«25» мая 2022 г.

Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена к.фил.н., к.э.н., доцентом кафедры иностранных языков И.А. Кузнецовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры иностранных языков «20» апреля 2022 г., протокол № 9.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **28.04.02 Наноинженерия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Иностранных языков** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

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

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

Задачи дисциплины:

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

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

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

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Коммуникации	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках; УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные; УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.);
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Знает аспекты проявления межкультурных и лингвокультурных конфликтов; УК-5.2 Умеет адекватно выстраивать стратегию успешного взаимодействия с людьми различного социального и культурного происхождения; УК-5.3 Владеет навыками создания недискриминационной межкультурной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

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

Уметь:

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

Владеть:

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

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108,0	81,0
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,9	34,0	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34,0	25,5
Самостоятельная работа	1,1	38,0	28,5
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,0	0,0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		38,0	28,5
Виды контроля:			
<i>Вид контроля из УП</i>			
Экзамен	1,0	36,0	27,0
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. Часов				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.	24	-	12	-	12
1.1	Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге. (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)	6	-	2	-	4
1.2	Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.	6	-	4	-	2
1.3	Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.	6	-	2	-	4
1.4	Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).	6	-	4	-	2
2.	Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес-литературы.	24	-	12	-	12
2.1	Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.	6	-	2	-	4
2.2	Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.	6	-	4	-	2
2.3	Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).	6	-	2	-	4

2.4	Изучающее чтение текстов в сфере делового общения. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.	6	-	4		2
3.	Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения	24	-	10	-	14
3.1	Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.	6	-	2	-	4
3.2	Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.	6	-	4	-	2
3.3	Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.	6	-	2	-	4
3.4	Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».	6	-	2	-	4
	ИТОГО	72	-	34	-	38

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.

1.1 Грамматические трудности изучаемого языка: Видовременные формы глагола в действительном залоге (в письменной и устной речи в сфере делового общения.)

1.2 Особенности употребления страдательного залога в устной речи в ситуациях бизнес общения. Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов в деловой корреспонденции.

1.3 Основы деловой корреспонденции. Деловое письмо. Требования к деловому письму. Способы расположения текста в деловом письме.

1.4 Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

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

2.1 Лексические особенности деловой документации. Терминология бизнес-литературы на изучаемом языке.

2.2 Стилистические и лексические особенности языка делового общения. Активный и пассивный тематический словарный запас.

2.3 Грамматические трудности изучаемого языка. Особенности употребления неличных форм глагола в деловой документации на английском языке (причастия, причастные обороты, герундий).

2.4 Изучающее чтение текстов в сфере делового общения.

Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.

Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения.

3.1 Практика устной речи по темам: «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта». Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.

3.2 Изучающее чтение специальных текстов. Приемы работы со словарем. Составление рефератов и аннотаций.

3.3 Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу». Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой в процессе делового общения.

3.4 Презентация научного материала и разговорная практика делового общения по темам: «технологии будущего», «Бизнес проекты в сфере химии и химической технологии».

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

	взаимодействия	– УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;	+	+	+
		– УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.);	+	+	+
15	– УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.	– УК-5.1 Знает аспекты проявления межкультурных и лингвокультурных конфликтов;	+	+	+
		– УК-5.2 Умеет адекватно выстраивать стратегию успешного взаимодействия с людьми различного социального и культурного происхождения;	+	+	+
		– УК-5.3 Владеет навыками создания недискриминационной межкультурной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Очная форма обучения

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

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

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

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

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Тематика рефератов не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольную работу №1 составляет: 20 баллов; за контрольную работу №2 – 20 баллов; за контрольную работу №3 – 20 баллов (1 семестр).

Раздел 1. Контрольная работа № 1.

Примеры заданий к контрольной работе № 1.

Контрольная работа содержит 3 задания:

1 задание: перевод текста с листа – 10 баллов,

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

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

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

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

Water purification

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

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

- Coarse filtration: Also called particle filtration, it can utilize anything from a 1 mm sand filter, to a filter.

- Micro filtration: Uses 1 to 0.1 micron devices to filter out bacteria. A typical implementation of this technique can be found in the brewing process.

- Ultra filtration: Removes pyroxenes, DNA and RNA fragments.

- Reverse osmosis: Often referred to as RO, reverse osmosis is the most refined degree of liquid filtration. Instead of a filter, it uses a porous material acting as a unidirectional sieve that can separate molecular-sized particles.

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

2. Контроль лексики – 50 лексических единиц.

3. Перевод предложений на пройденный лексико-грамматический материал

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

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

They had already completed the experiment when he came.

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

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

A number of scientists have confirmed this suggestion.

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

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

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

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

Раздел 2. Контрольная работа № 2.

Примеры заданий к контрольной работе № 2.

Контрольная работа содержит 5 заданий:

1 задание: Устный перевод текста – 10 баллов,

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

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

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

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

2. Письменно переведите предложения (без словаря):

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

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

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

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

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

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

We know acids and bases to be extremely useful substance.

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

To understand the nature of this phenomenon was very difficult.

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

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

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

Контрольная работа №3 содержит 3 задания:

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

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

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

1. Переведите статью и составьте к ней аннотацию:

What Are the Causes of Solid Waste Pollution?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. Письменно переведите предложения (без словаря)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

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

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

Примерный перечень вопросов:

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

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

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

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

Пример билета для экзамена:

<p>«Утверждаю» Заведующая кафедрой иностранного языка (Должность, наименование кафедры)</p> <p>Кузнецова Т.И. (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 2021 г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра иностранных языков</p>
	<p>28.04.02 Наноинженерия</p>
	<p>Профиль – «Материалы и технологии наноинженерии»</p>
<p>Деловой иностранный язык</p>	
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Письменный перевод текста с английского языка на русский.</p>	
<p>2. Устный перевод отрывка текста (с листа).</p>	
<p>3. Сообщение и беседа по одной из пройденных тем Ответы на вопросы.</p>	

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

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

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

- The behavioural relationship between individuals of a species is behavioural ecology—for example, the study of the queen bee, and how she relates to the worker bees and the drones.

- The organized activity of a species is community ecology; for example, the activity of bees assures the pollination of flowering plants. Bee hives additionally produce honey, which is consumed by still other species, such as bears.

- The relationship between the environment and a species is environmental ecology—for example, the consequences of environmental change on bee activity. Bees may die out due to environmental changes. The environment simultaneously affects and is a consequence of this activity and is thus intertwined with the survival of the species.

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

Hydroxide

Hydroxide is a chemical compound that contains the hydroxyl (-OH) radical. The term refers especially to inorganic compounds. Organic compounds that have the hydroxyl radical as a functional group are called alcohols; the hydroxyl radical is also present in the carboxyl group of organic acids. Most metal hydroxides are bases, forming solutions that have an excess of OH-ions and a pH greater than 7, they neutralize acids, and change the colour of litmus from red to blue. Alkali metal hydroxides such as sodium hydroxide are considered to be strong bases and are very soluble in water; alkaline-earth metal hydroxides such as calcium hydroxide are much less soluble in water and are not as strongly basic. Magnesium hydroxide is only slightly basic. Some hydroxides (e.g., aluminium hydroxide) exhibit amphotericism¹, having either acidic or basic properties depending on the reaction in which they are involved. The hydroxides of some non-metallic elements are acidic; the hydroxide of sulphur, S(OH)₆, spontaneously loses two molecules of water to form sulphuric acid, H₂SO₄. Ammonium hydroxide, NH₄OH, is a weak base known only in the solution that is formed when the gas ammonia, NH₃, dissolves in water.

3. Вопрос: Беседа по теме: Mendeleev University.

1. Speak about the foundation and structure of the university.
2. What kind of subjects do you study?

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Кузнецова Т.И., Воловикова Е.В., Кузнецов И.А. Английский язык для химиков – технологов. Учебное пособие. М. РХТУ, 2017 г. – 400 с.
2. Кузнецова Т.И., Катранов С.Н., Кузнецов И.А., Коваленко Н.Г. Английский язык. Учебное пособие по практике устной речи. РХТУ, Москва, 2015 г. – 78 с.
3. Кузнецова Т.И., Катранов С.Н. Сборник упражнений по основным разделам грамматики английского языка. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, М., 2018 г. – 39 с.
4. Кузнецова Т.И. Английский язык. Методические указания к практическим занятиям по теме: Структура предложения. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, М., 2012 г.
5. Кузнецова Т.И. Марченко А.Н. Кузнецов И.А. Английский язык для магистрантов по направлению «Химия» Учебное пособие. М. РХТУ, 2018 г.
6. Кузнецов И.А., Кузнецова Т.И., Дистанционный образовательный электронный курс «Английский язык для профессиональной коммуникации» размещенный в ЭСУО Moodle [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.А. Кузнецов Т.И. Кузнецова — Электрон. дан. — Москва:РХТУ, 2018.
7. Беляева, И.В. Иностраный язык в сфере профессиональной коммуникации: комплексные учебные задания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Беляева, Е.Ю. Нестеренко, Т.И. Сорогина. — Электрон. дан. — Москва: ФЛИНТА, 2017. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92749>.

Б. Дополнительная литература

1. Кузнецова Т.И. Методические указания по курсу «Английский язык». Грамматические тесты. М.: РХТУ, 2016.
2. М.Г. Рубцова. Чтение и перевод научной и технической литературы: лексико-грамматический справочник. Учебник. 2-е изд. испр. и доп. М.: Астрель: АСТ, 2017.
3. Серебrenникова Э.И., Круглякова И.Е. Учебник английского языка для химико-технологических вузов. Москва. Альянс 2009.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
 - Презентации к лекциям.
- Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:
- <http://www.openet.ru> – Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ;
 - <http://window.edu.ru/> – Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;
 - <http://fepo.i-exam.ru> – ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС;
 - <https://muctr.ru> – Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Учебные планы и программы;
 - <http://www.translators-union.ru> – портал Союз переводчиков России (СПР);
 - <http://www.russian-translators.ru> – Национальная лига переводчиков;
 - <http://www.internationalwriters.com> – The Translator's Tool Box;
 - <http://www.multilex.mail.ru> – двуязычные англо-русские и русско-английские словари, двуязычные специализированные словари, толковые словари иностранных языков;

- <http://www.slovari.yandex.ru> – энциклопедические словари, словари русского языка и двуязычные словари Lingvo;
- <http://www.spanishpodcast.org/info@spanishpodcast.org> – собрание аудио- и видеозаписей выступлений деятелей политики, экономики, культуры, религиозных деятелей;
- <http://www.Wordreference.com> – международный толковый словарь;
- <http://www.Multitran.ru> – лучший словарь-переводчик;
- <http://www.Vocabulix.com> – пополнение словарного запаса;
- www.multitran.ru – Система электронных словарей «Мультитран»;

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США – USPTO – предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

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

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300).

Аудиозаписи текстов, предусмотренных в программе для чтения и перевода в процессе обучения; компьютерный класс, оргтехника, теле- и аудиоаппаратура (всё – в стандартной комплектации для практических занятий и самостоятельной работы); доступ к сети Интернет.

Аудиторная и самостоятельная работа студентов обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем разделам дисциплины. Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным разделам изучаемой дисциплины, основным практическим и контрольным заданиям для промежуточного и итогового контроля.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 «*Деловой иностранный язык*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам занятий.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный

		<p>С 26.09.2020 по 25.09.2021</p> <p>Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com</p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p>
		<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»</p> <p>Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>Сумма договора – 498445-10</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com</p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.</p>
		<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»</p> <p>Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021</p> <p>Сумма договора – 283744-98</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p>	<p>«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.</p>

		<p>Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com</p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	
2	<p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p>	<p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/</p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>	<p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>
3	<p>Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»</p>	<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021</p> <p>Сумма договора – 1 309 275-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт – http://elibrary.ru</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.</p>	<p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p>

4	Справочно-правовая система «Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
5	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Л-3.1-4377/2022 Сумма договора – 478 304.00 С 16.03.2022 по 15.03.2023 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
6	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Р-3.1-4375/2022 Сумма договора – 258 488 - 00 С 16.03.2022 по 15.03.2023 Ссылка на сайт –	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».

		http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	
7	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ» Договор от 06.04.2022 № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022 Сумма договора – 31 500-00 С 06.04.2022 по 05.04.2023 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
8	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор от 11.04.2022 № 33.03-Л-3.1-4376/2022 Сумма договора – 108 000-00 С 11.04.2022 по 10.04.2023 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

А также всевозможные одноязычные и двуязычные книжные и электронные словари, справочники, программы поиска информации:

- АБВУ Lingvo 12 «Многоязычная версия» – электронные словари;
- Многоязычный электронный словарь «МультиЛекс Делюкс б»;
- Компьютерная программа Sound Forge (аудио редактор) для воспроизведения, составления и редактирования аудио текстов;
- PROMT Expert 8.0 – система для профессионального перевода документов;
- Средства звукозаписи (предпочтительно – цифровой диктофон или планшетный компьютер) помогают студенту осуществлять самоконтроль в процессе обучения устной речи.

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996.

Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005.

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

Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010.

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

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

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

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

Архив журналов Королевского химического общества (RSC). 1841-2007.

Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath 	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	O365ProPlusOpen Fclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса –	Контракт № 90-133ЭА/2021	12 месяцев (ежегодное продление	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в	Нет

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Стандартный Russian Edition.	от 07.09.2021	подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	
6.	O365ProPlusOpen Students ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
7.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)
8.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) ABBYY Lingvo (многоязычная)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	5 лицензий	бессрочно	Да
9.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10,	5 лицензий	бессрочно	Да

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	программу для ЭВМ) Promt standard Гигант	Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10			
10.	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт от 15.06.2021 № 42-62ЭА/2021	не ограничено, лимит проверок 15000	19.05.2022	Да

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

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

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

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

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе 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
«Иностранный язык»

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы и технологии наноинженерии»

наименование ООП

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»**

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дополнительные главы математики»

Направление подготовки 28.04.02 Наноинженерия

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена заведующим кафедрой высшей математики, к.т.н. Е.Г.Рудаковской, доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. А.Н.Шайкиным, доцентом кафедры высшей математики, к.т.н. В.В.Осипчик.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики РХТУ им. Д.И. Менделеева «20» апреля 2022 г., протокол № 8

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **28.04.02 Наноинженерия** (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой высшей математики РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Дополнительные главы математики**» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что для успешного освоения дисциплины обучающийся должен знать основы высшей математики, теории вероятностей и математической статистики, изучаемые в курсе «Математика» бакалавриата.

Целью дисциплины является формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей, и математических методов для описания различных процессов.

Задачи дисциплины сводятся к созданию фундаментальной математической базы, а также развитию навыков математического мышления и использования их для решения практических задач.

Дисциплина «**Дополнительные главы математики**» преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования.

Профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и инновационный				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации</p>	<p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники</p>	<p>ПК-5. Способен осуществлять измерения и контроль параметров технологических операций процессов производства нанопродукции при условии понимания физической природы этих процессов</p>	<p>ПК-5.1 Использует в профессиональной деятельности основы фундаментальных знаний естественнонаучных дисциплин, обеспечивающих глубокое понимание процессов и явлений на наноуровне</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.004 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.02.2014 № 72н. С: Процессы жизненного цикла продукции (уровень квалификации – 7)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.020 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.04.2014 № 234н. С: Процессы жизненного цикла продукции (уровень квалификации – 7)</p>

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

– основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач.

Уметь:

– применять математические методы при решении типовых профессиональных задач.

Владеть:

– методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	Семестр 2	
	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Контактная работа (КР):	1,4	51
Лекции (Лек)	0,44	16
Практические занятия (ПЗ)	0,96	35
Самостоятельная работа (СР):	1,6	57
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,6	57
Вид контроля:	экзамен	
Экзамен	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6

Виды учебной работы	Семестр 2	
	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Контактная работа (КР):	1,4	38
Лекции (Лек)	0,44	12
Практические занятия (ПЗ)	0,96	26
Самостоятельная работа (СР):	1,6	43
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,6	43
Вид контроля:	экзамен	
Экзамен	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа

	Раздел 1. Введение. Элементы теории множеств и алгебраические структуры.	18	3	6	9
1.1	Множества, отношения и функции.	6	1	2	3
1.2	Полугруппы. Моноиды. Группы.	6	1	2	3
1.3	Кольца. Поля.	6	1	2	3
	Раздел 2. Элементы теории графов.	22	3	6	13
2.1	Задание и характеристики графов. Виды графов.	7	1	2	4
2.2	Циклы и разрезы. Планарность и укладка графов. Раскраска графов.	7	1	2	4
2.3	Деревья.	8	1	2	5
	Раздел 3. Булевы функции.	12	2	4	6
3.1	Алгебра логики. Булевы функции. Способы задания. Основные законы булевой алгебры. Функционально полные системы элементарных булевых функций. Важнейшие замкнутые классы.	6	1	2	3
3.2	Минимизация булевых функций. Сокращенная, тупиковая и минимальная формы.	6	1	2	3
	Раздел 4. Исчисление высказываний.	18	2	7	9
4.1	Формальные аксиоматические системы. Полнота и непротиворечивость. Независимость аксиом. Разрешимость теории. Другие аксиоматизации.	9	1	4	4
4.2	Проверка выводимости с помощью истинностных таблиц. Методы логического вывода.	9	1	3	5
	Раздел 5. Исчисление предикатов и нечеткая логика.	20	3	6	11
5.1	Логика предикатов. Непротиворечивость и полнота. Вынесение кванторов и предваренная нормальная форма. Скулемовские стандартные формы.	6	1	2	3
5.2	Эрбрановский универсум и теорема Эрбрана. Подстановка и унификация. Метод резолюций и его полнота.	6	1	2	3
5.3	Нечеткие множества. Нечеткая логика.	8	1	2	5
	Раздел 6. Конечные автоматы, машины Тьюринга-Поста, сложность вычислений.	18	3	6	9
6.1	Элементы теории автоматов. Автоматы Мили и Мура. Эквивалентность и минимизация автоматов.	6	1	2	3
6.2	Машины Тьюринга-Поста. Формализация понятия алгоритма и формальные модели алгоритмов. Алгоритмически неразрешимые проблемы.	6	1	2	3
6.3	Сложность алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложность.	6	1	2	3

	Трудноразрешимые задачи. Классы P и NP. NP-полные задачи.				
	Всего часов	108	17	34	57
	Экзамен	36			
	Итого часов	144	16	35	57

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Элементы теории множеств и алгебраические структуры.

Роль дисциплины «Дополнительные главы математики» при разработке и эксплуатации химико-технологических систем. Множества, отношения и функции. Задание множеств и осуществление операций над ними. Способы задания. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения и декартова произведения. Аксиоматика теории множеств. Алгебра Кантора. Минимизация представлений множеств. Диаграммы Эйлера-Венна. Бинарные отношения. Способы задания бинарных отношений. Свойства бинарных отношений. Разбиения. Отношения эквивалентности и порядка. Представление n -арных отношений бинарными. Алгебра отношений. Функции. Инъекция, сюръекция и биекция. Алгебраические структуры. Полугруппы. Моноиды. Группы. Подгруппы. Циклические группы. Группы подстановок. Изоморфизм групп. Смежные классы по подгруппе. Нормальные делители. Фактор-группы. Кольца: определения, свойства, примеры. Поля.

Раздел 2. Элементы теории графов.

Графы. Задание и характеристики графов. Виды графов. Подграфы. Матрицы смежности и инцидентности. Степени вершин. Маршруты Цепи. Циклы. Расстояние между вершинами. Диаметр и радиус графа. Унарные и бинарные операции над графами. Дополнение графа. Удаление и добавление вершин. Удаление и добавление ребер. Отождествление вершин. Расщепление вершин. Объединение графов. Пересечение графов. Компоненты связности. Мосты. Вершинная и реберная связность. Связность ориентированных графов. Алгоритм вычисления связности. Внутренняя устойчивость. Вершинное число независимости. Реберное число независимости. Вершинное и реберное покрытие графа. Внешняя устойчивость. Вершинное и реберное число внешней устойчивости. Циклы и разрезы. Эйлеровы циклы. Гамильтоновы циклы. Планарность и укладка графов. Грани плоского графа. Раскраска графов. Хроматическое число. Гипотеза четырех красок. Деревья. Определения. Свойства. Теорема Кэли. Фундаментальная система циклов. Остов наименьшего веса. Упорядоченные деревья. Бинарные деревья. Деревья сортировки. Алгоритм поиска в дереве сортировки.

Раздел 3. Булевы функции.

Алгебра логики. Булевы функции. Способы задания. Булевы функции одной и двух переменных и их свойства. Формулы булевой алгебры. Основные законы булевой алгебры. Эквивалентность формул. Принцип двойственности. Совершенные дизъюнктивные и совершенные конъюнктивные нормальные формы. Системы элементарных булевых функций. Функционально полные системы элементарных булевых функций. Примеры функционально полных базисов. Важнейшие замкнутые классы. Теорема о функциональной полноте. Минимизация булевых функций. Сокращенная, тупиковая и минимальная формы. Карты Карно. Метод сочетания индексов и метод Куайна. Минимизация конъюнктивных нормальных форм. Обзор приложений дискретной математики. Разработка эффективного математического, программного, информационного и технического обеспечения на основе методов дискретной математики.

Раздел 4. Исчисление высказываний.

Введение в математическую логику. Краткие сведения из истории математической логики. Роль математической логики при разработке и эксплуатации химико-технологических систем. Формальные аксиоматические системы. Символы, выражения, формулы, аксиомы. Правило вывода, непосредственное следствие, вывод, теорема. Логика высказываний. Логический вывод. Аксиомы. Правило *modus ponens*. Теорема дедукции и правило силлогизма. Полнота и непротиворечивость. Независимость аксиом. Разрешимость теории. Другие аксиоматизации. Проверка выводимости с помощью истинностных таблиц. Секвенции Генцена. Модель миров Крипке. Метод резолюций Робинсона. Метод клауз Вонга. Обратный метод Маслова (благоприятных наборов).

Раздел 5. Исчисление предикатов и нечеткая логика.

Логика предикатов. Автоматизация логического вывода. Переменные, функции, термы, предикаты, кванторы, формулы. Область действия квантора. Свободные и связанные переменные. Интерпретации, равносильность. Распознавание общезначимости. Проблема разрешимости. Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов. Теорема дедукции. Непротиворечивость и полнота. Вынесение кванторов и предваренная нормальная форма. Скулемовские стандартные формы. Эрбрановский универсум и теорема Эрбрана. Подстановка и унификация. Метод резолюций и его полнота. Стратегии метода резолюций. Дизъюнкты Хорна. Принцип логического программирования. Нечеткие множества. Нечеткая логика. Появление и суть нечеткости. Формализация нечеткости. Функция принадлежности. Лингвистическая переменная. Операции над нечеткими множествами. Нечеткая арифметика. Методы дефаззификации. Нечеткие отношения. Стандартные нечеткие логические операции. Нечеткий вывод. Степени истинности и степени уверенности. Нечеткий аналог метода резолюций.

Раздел 6. Конечные автоматы, машины Тьюринга-Поста, сложность вычислений.

Элементы теории автоматов. Понятие автоматного преобразования информации и конечного автомата. Способы задания автоматов. Автоматы Мили и Мура. Программная и аппаратная реализация автоматов. Эквивалентность и минимизация автоматов. Машины Тьюринга-Поста. Формализация понятия алгоритма и формальные модели алгоритмов. Машина Тьюринга: определения, свойства, графы переходов. Машина Поста. Программы для машин. Проблема распознавания. Проблема остановки. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Сложность алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложность. Асимптотическая сложность, порядок сложности, сложность в среднем и в худшем случае. Трудноразрешимые задачи. Недетерминированная машина Тьюринга. Классы P и NP. NP-полные задачи. NP-полнота проблемы выполнимости формул логики высказываний. Обзор приложений математической логики. Направления использования аппарата математической логики в задачах практической информатики. Спецификация и верификация программно-аппаратных проектов, логическое программирование, построение онтологий, языки общения интеллектуальных агентов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен	Разделы					
	1	2	3	4	5	6
Знать:						
- основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач.	+	+	+	+	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен		Разделы					
		1	2	3	4	5	6
Уметь:							
- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач.		+	+	+	+	+	+
Владеть:							
- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.		+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:							
Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК						
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.1 Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования.	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК						
ПК-5. Способен осуществлять измерения и контроль параметров технологических операций процессов производства нанопродукции при условии понимания физической природы этих процессов.	ПК-5.1 Использует в профессиональной деятельности основы фундаментальных знаний естественнонаучных дисциплин, обеспечивающих глубокое понимание процессов и явлений на наноуровне.	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1.	1.1	Практическое занятие 1 Множества и отношения.	2
2.	1.2	Практическое занятие 2 Группы.	2

3.	1.3	Практическое занятие 3 Кольца, поля.	2
4.	2.1	Практическое занятие 4 Виды графов.	3
5.	2.2	Практическое занятие 5 Планарность и раскраска графов.	2
6.		Контрольная работа № 1	2
7.	3.1	Практическое занятие 6 Законы булевой логики.	2
8.	3.2	Практическое занятие 7 Минимизация булевых функций. Важные классы.	2
9.	4.1	Практическое занятие 8 Формальные аксиоматические теории.	2
10.	4.2	Практическое занятие 9 Логический вывод в исчислении высказываний.	2
11.		Контрольная работа № 2	2
12.	5.1	Практическое занятие 10 Преобразования формул логики предикатов.	2
13.	5.2	Практическое занятие 11 Логический вывод в исчислении предикатов.	2
14.	5.3	Практическое занятие 12 Нечеткие множества. Нечеткая логика.	2
15.	6.1	Практическое занятие 13 Конечные автоматы.	2
16.	6.2	Практическое занятие 14 Машины Тьюринга.	2
17.		Контрольная работа № 3	2
ИТОГО	35 часов		

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.

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

- ознакомление с рекомендованной литературой, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение домашних заданий и применение информационных технологий при выполнении домашних заданий;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (2 семестр) по дисциплине.

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

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ: 3 контрольные работы во 2 семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу 20 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

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

1. Является ли отношение $x:y$ на множестве $\{1,2,3,4,5,6,7,8\}$:

- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1) рефлексивным | 7) транзитивным |
| 2) антирефлексивным | 8) нетранзитивным |
| 3) нерефлексивным | 9) эквивалентностью |
| 4) симметричным | 10) строгим порядком |
| 5) антисимметричным | 11) нестрогим порядком |
| 6) несимметричным | |

2. 1) Является ли множество подстановок $(12345), (21345), (12435), (21435)$ подгруппой группы S_5 ? 2) Выписать подгруппу группы S_5 с данными образующими элементами:

$$\left(\begin{matrix} 12345 \\ 23145 \end{matrix} \right); \left(\begin{matrix} 12345 \\ 42315 \end{matrix} \right)$$

3. Найти левые и правые смежные классы S_4 по $H = \left\{ \left(\begin{matrix} 1234 \\ 1234 \end{matrix} \right); \left(\begin{matrix} 1234 \\ 4231 \end{matrix} \right); \left(\begin{matrix} 1234 \\ 1324 \end{matrix} \right); \left(\begin{matrix} 1234 \\ 4321 \end{matrix} \right) \right\}$.

Является ли H нормальной подгруппой S_4 ?

4. 1) Найти степени вершин, написать матрицы смежности и инцидентности графа. 2) Найти хроматическое число графа и оптимальную раскраску. 3) Построить плоское изображение графа, если это возможно, или обосновать невозможность его построения:

$$G = (V, E) = (V = \{1,2,3,4,5,6,7,8\},$$

$$E = \{(1,2),(1,3),(1,5),(1,6),(2,3),(2,4),(2,6),(3,4),(3,5),(3,7),(3,7),(3,8)\}.$$

Разделы 3, 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 3 вопроса: 1 и 2 вопрос оцениваются по 7 баллов за вопрос, 3 вопрос - 6 баллов за вопрос.

1. Заданы номера наборов четырех переменных 1,2,3,5,12,13,14,15, на которых функция принимает единичное значение (например, номеру 2 соответствует набор 0010 и конъюнкт

$\bar{x}_4\bar{x}_3x_2\bar{x}_1$). Необходимо для данной функции показать принадлежность (не принадлежность) к 0 (сохраняющих 0), 1 (сохраняющих 1), 2 (линейных), 3 (самодвойственных), 4 (монотонных) классам функций.

2. Минимизировать ДНФ:

$$X_1X_2\bar{X}_3\bar{X}_4 \vee X_1X_2\bar{X}_3X_4 \vee X_1\bar{X}_2\bar{X}_3\bar{X}_4 \vee X_1\bar{X}_2\bar{X}_3X_4 \vee \\ \vee X_1X_2X_3\bar{X}_4 \vee \bar{X}_1X_2X_3X_4 \vee \bar{X}_1X_2X_3\bar{X}_4 \vee \bar{X}_1\bar{X}_2X_3X_4.$$

3. Доказать выводимость $(B \rightarrow A) \& (\bar{B} \rightarrow C) \& (\bar{A} \vee \bar{C}) \vdash A \& B \vee \bar{A} \& \bar{B}$ методом резолюций.

Разделы 5, 6. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная работа содержит 3 вопроса: 1 вопрос - 6 баллов за вопрос, 2 и 3 вопросы оцениваются по 7 баллов за вопрос.

1. Показать методом благоприятных наборов противоречивость набора дизъюнктов:

$$\overline{K(X)} \vee L(X), K(X) \vee \overline{M(X)}, \overline{L(X)} \vee \overline{N(X)}, N(c), M(c).$$

2. Построить прямое произведение автоматов и, применив теорему Мура, выяснить, эквивалентны ли они

	a	b	a	b		a	b	a	b
k	n	m	l	0	p	r	q	l	0
l	m	n	0	l	q	q	s	0	l
m	l	n	0	l	r	p	q	l	0
n	k	l	l	0	s	p	q	l	0

3. Построить минимальный автомат, эквивалентный данному

	a	b	a	b
1	4	1	0	0
2	6	1	1	0
3	5	1	1	0
4	7	2	0	1
5	7	2	0	1
6	8	3	0	1
7	9	6	1	0
8	9	5	1	0
9	9	4	1	1

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр - экзамен)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-6 рабочей программы дисциплины и содержит 8 вопросов. 1 – 8 вопросы оцениваются по 5 баллов за каждый вопрос.

1. Задание множеств и осуществление операций над ними. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения и декартова произведения.
2. Аксиоматика теории множеств. Алгебра Кантора.
3. Минимизация представлений множеств.
4. Диаграммы Эйлера-Венна.
5. Способы задания бинарных отношений.
6. Свойства бинарных отношений.
7. Разбиения.
8. Отношения эквивалентности и порядка.
9. Представление n-арных отношений бинарными.
10. Алгебра отношений.
11. Инъекция, сюръекция и биекция.
12. Полугруппы. Моноиды.
13. Определение группы. Подгруппы.
14. Циклические группы.
15. Группы подстановок.
16. Изоморфизм групп.
17. Смежные классы по подгруппе. Нормальные делители. Фактор-группы.
18. Кольца: определения, свойства, примеры.
19. Поля.
20. Задание и характеристики графов. Виды графов. Подграфы.
21. Матрицы смежности и инцидентности.
22. Степени вершин.
23. Маршруты и цепи.
24. Расстояние между вершинами. Диаметр и радиус графа.
25. Дополнение графа. Удаление и добавление вершин. Удаление и добавление ребер. Отождествление вершин. Расщепление вершин.
26. Объединение графов. Пересечение графов.
27. Компоненты связности. Мосты. Вершинная и реберная связность. Связность ориентированных графов. Алгоритм вычисления связности.
28. Внутренняя устойчивость. Вершинное число независимости. Реберное число независимости. Вершинное и реберное покрытие графа.
29. Внешняя устойчивость. Вершинное и реберное число внешней устойчивости.
30. Эйлеровы циклы.
31. Гамильтоновы циклы.
32. Планарность и укладка графов. Грани плоского графа.
33. Раскраска графов. Хроматическое число. Гипотеза четырех красок.
34. Деревья. Определения. Свойства. Теорема Кэли.
35. Фундаментальная система циклов. Остов наименьшего веса.
36. Упорядоченные деревья. Бинарные деревья.
37. Деревья сортировки. Алгоритм поиска в дереве сортировки.
38. Булевы функции. Способы задания.
39. Формулы булевой алгебры. Основные законы булевой алгебры.
40. Эквивалентность формул. Принцип двойственности.
41. Совершенные дизъюнктивные и совершенные конъюнктивные нормальные формы.
42. Системы элементарных булевых функций. Функционально полные системы элементарных булевых функций. Примеры функционально полных базисов.
43. Важнейшие замкнутые классы. Теорема о функциональной полноте.
44. Минимизация булевых функций. Сокращенная, тупиковая и минимальная формы.
45. Карты Карно.
46. Метод сочетания индексов и метод Куайна.

47. Формальные аксиоматические системы. Символы, выражения, формулы, аксиомы. Правило вывода, непосредственное следствие, вывод, теорема.
48. Аксиомы. Правило *modus ponens*. Теорема дедукции и правило силлогизма.
49. Полнота и непротиворечивость.
50. Независимость аксиом.
51. Разрешимость теории.
52. Проверка выводимости с помощью истинностных таблиц.
53. Секвенции Генцена. Модель миров Крипке.
54. Метод резолюций Робинсона.
55. Метод клауз Вонга.
56. Обратный метод Маслова (благоприятных наборов).
57. Логика предикатов. Переменные, функции, термы, предикаты, кванторы, формулы. Область действия квантора. Свободные и связанные переменные.
58. Интерпретации, равносильность.
59. Распознавание общезначимости.
60. Проблема разрешимости.
61. Аксиомы и правила вывода исчисления предикатов. Теорема дедукции.
62. Непротиворечивость и полнота.
63. Вынесение кванторов и предваренная нормальная форма. Скулемовские стандартные формы.
64. Эрбрановский универсум и теорема Эрбрана.
65. Подстановка и унификация.
66. Метод резолюций и его полнота. Стратегии метода резолюций.
67. Дизъюнкты Хорна.
68. Нечеткие множества.
69. Функция принадлежности.
70. Лингвистическая переменная.
71. Операции над нечеткими множествами.
72. Методы дефаззификации.
73. Нечеткие отношения.
74. Стандартные нечеткие логические операции.
75. Нечеткий вывод. Степени истинности и степени уверенности.
76. Нечеткий аналог метода резолюций.
77. Понятие автоматного преобразования информации и конечного автомата. Способы задания автоматов.
78. Автоматы Мили и Мура.
79. Эквивалентность и минимизация автоматов.
80. Машина Тьюринга: определения, свойства, графы переходов. Машина Поста. Программы для машин.
81. Проблема распознавания. Проблема остановки. Алгоритмически неразрешимые проблемы.
82. Сложность алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложность. Асимптотическая сложность, порядок сложности, сложность в среднем и в худшем случае.
83. Трудноразрешимые задачи.
84. Недетерминированная машина Тьюринга.
85. Классы P и NP. NP-полные задачи.

Максимальное количество баллов за *экзамен* (2 семестр) – 40 баллов.

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

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена

Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы математики» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-6 рабочей программы дисциплины. Экзаменационный билет состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

<p>«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики</p> <p>_____ Рудаковская Е.Г. «__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ	
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева	
	Кафедра высшей математики	
	28.04.02 Наноинженерия	
	Дополнительные главы математики	
ВАРИАНТ 1		
1. Эквивалентность и минимизация автоматов.	$\begin{pmatrix} \infty & 1 & \infty & \infty & \infty & 10 \\ 1 & 3 & \infty & \infty & \infty & 1 & 5 \\ 4 & \infty & 1 & \infty & \infty & 1 & 3 \\ 1 & \infty & 3 & \infty & 4 & \infty & \infty \\ \infty & 4 & 3 & 1 & \infty & 1 & \infty \end{pmatrix}$	
2. Планарность и укладка графов.		
3. Определить методом Форда-Беллмана минимальный путь из V_1 в V_7 в орграфе, заданном матрицей смежности:		
4. Минимизировать ДНФ:	$\bar{X}_1 X_2 \bar{X}_3 X_4 \vee \bar{X}_1 X_2 \bar{X}_3 \bar{X}_4 \vee \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 X_4 \vee \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 \bar{X}_4 \vee X_1 X_2 X_3 \bar{X}_4 \vee X_1 X_2 X_3 X_4 \vee X_1 \bar{X}_2 X_3 X_4 \vee \bar{X}_1 X_2 X_3 \bar{X}_4$	
5. Доказать выводимость $(C \vee B) \& (C \vee A) \& (B \vee A) \vdash (B \rightarrow C) \& (C \rightarrow B)$ методом резолюций.		
6. Показать методом благоприятных наборов противоречивость набора дизъюнктов:	$K(X) \vee L(X) \vee M(X), \bar{K}(X) \vee \bar{L}(X) \vee N(X), \bar{N}(c), M(c).$	
7. Найти порядок элемента группы $\left(\begin{matrix} 4 & 6 & 1 & 3 & 7 & 8 & 2 & 5 \end{matrix} \right) \in S_8$.		
8. Является ли подгруппа $\left(\begin{matrix} 1234 \\ 1234 \end{matrix} \right); \left(\begin{matrix} 1234 \\ 2341 \end{matrix} \right); \left(\begin{matrix} 1234 \\ 3412 \end{matrix} \right); \left(\begin{matrix} 1234 \\ 4123 \end{matrix} \right)$ группы четных подстановок из четырех элементов нормальной?		

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Дискретная математика: учебник для вузов / Белоусов А.И., Ткачев С.В. – М.: Изд. МГТУ им. Баумана Н.Э., 2015. – 743 с. ЭБС Издательство «Лань».
2. Сборник задач по дискретной математике / Кожухов С.Ф., Совертков П.И. – М.: Издательство «Лань». 2016. – 324 с. ЭБС Издательство «Лань»

Б) Дополнительная литература:

1. Теория графов: Методические указания / Бояринцева Т.И, Мастихина А.А. – М.: Изд. МГТУ им. Баумана Н.Э., 2014. – 37 с. ЭБС Издательство «Лань».
2. Дискретная математика: учебник для вузов / Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М.. –М.: Изд. «Физматмет», 2014. – 496 с. ЭБС Издательство «Лань»

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

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

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – <https://moodle.muctr.ru/>, (общее число слайдов – 140);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (50 вариантов на каждую контрольную точку, всего 3 контрольные работы, общее число вариантов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (50 билетов для итогового контроля, всего 1 итоговая аттестация, общее число билетов – 50).

12. 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 01.01.2022 составляет 1 719 785 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

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

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная
3.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно

4.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath 	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Элементы теории множеств и алгебраические структуры	знает: - основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет: - применять математические методы при решении типовых профессиональных задач, владеет: - методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка на экзамене
Раздел 2. Элементы теории графов	знает: - основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет: - применять математические методы при решении типовых профессиональных задач, владеет: - методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.	Оценка за контрольную работу № 1 Оценка на экзамене
Раздел 3. Булевы функции	знает: - основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет:	Оценка за контрольную работу № 2 Оценка на экзамене

	<ul style="list-style-type: none"> - применять математические методы при решении типовых профессиональных задач, владеет: - методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов. 	
Раздел 4. Исчисление высказываний	<p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет: - применять математические методы при решении типовых профессиональных задач, владеет: - методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов. 	<p>Оценка за контрольную работу № 2</p> <p>Оценка на экзамене</p>
Раздел 5 Исчисление предикатов и нечеткая логика	<p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет: - применять математические методы при решении типовых профессиональных задач, владеет: - методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3</p> <p>Оценка на экзамене</p>
Раздел 6 Конечные автоматы, машины Тьюринга-Поста, сложность вычислений	<p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и методы дискретной математики, математических методов решения профессиональных задач; умеет: - применять математические методы при решении типовых профессиональных задач, владеет: - методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3</p> <p>Оценка на экзамене</p>

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

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

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Дополнительные главы математики»
основной образовательной программы

28.04.02 «Наноинженерия»
код и наименование направления подготовки (специальности)
«_____»
наименование ООП

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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретические основы наноинженерии»

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАСМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов А.С. Скичко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Теоретические основы наноинженерии» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, физики, физико-химических основ нанотехнологии, информационных технологий, вычислительной математики и численных методов, материаловедения наноматериалов и наносистем

Цель дисциплины – формирование у обучающихся комплексных представлений о наноматериалах, природе их свойств, методах исследования и основных типах научно-технической документации, регламентирующей получение изделий наноиндустрии.

Задачи дисциплины:

- обучение теоретическим основам физики твёрдого тела;
- ознакомление с областями применения материалов с соответствующими свойствами;
- ознакомление с устройством и принципом действия оборудования для диагностики наноструктурированных материалов;
- изучение основ методов эллипсометрии, электронной микроскопии, спектроскопии для исследования профиля поверхности, кристаллографических характеристик и элементного состава твёрдых тел;
- обучение практическим навыкам определения характеристик наноматериалов по их оптическим свойствам;
- изучение основных видов испытаний изделий наноиндустрии;
- формирование навыков обработки результатов экспериментальных исследований;
- развитию практических навыков работы с научной литературой по тематике дисциплины.

Дисциплина «Теоретические основы наноинженерии» преподаётся в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Исследовательская деятельность	ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.1 Знает методы планирования и постановки сложных экспериментов и исследований в области профессиональной деятельности ОПК-4.2 Умеет представлять результаты своей исследовательской деятельности, в том числе формировать демонстрационный материал по результатам исследований ОПК-4.3 Владеет навыками оценки и интерпретации результатов исследований

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Использование информационных технологий	ОПК-5. Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	ОПК-5.1 Знает инструментарий формализации инженерных и научно-технических задач, прикладное программное обеспечение, используемое в профессиональной деятельности ОПК-5.2 Умеет определять перечень ресурсов для использования в профессиональной деятельности ОПК-5.3 Владеет навыками формализации инженерных и научно-технических задач
Разработка нормативной документации	ОПК-7. Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области наноинженерии	ОПК-7.1 Знает типы научно-технической документации в области профессиональной деятельности и правила их разработки ОПК-7.2 Умеет использовать техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов ОПК-7.3 Владеет опытом составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные определения и классификации, используемые в наноинженерии;
- требования безопасности при работе с наноматериалами;
- основы физики твёрдого тела как науки, лежащей в основе представлений об исключительных свойствах наноматериалов;
- основные методы диагностики и измерений в наноинженерии;
- требования и основные методы проведения испытаний на определение соответствия характеристик наноматериалов требованиям российских стандартов.

Уметь:

- обрабатывать результаты экспериментальных исследований по изучению свойств наноматериалов;
- использовать полученные знания для формирования профессиональных навыков в области наноинженерии.

Владеть:

- навыками к сбору, анализу и систематизации информации по наноматериалам;
- комплексными представлениями о физической природе наноматериалов;
- методикой определения осредненных характеристик наноматериалов;
- практическими навыками определения характеристик наноматериалов по их оптическим свойствам;
- навыками работы с российскими стандартами в области изделий наноиндустрии.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
Лекции	0,945	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,945	34	25,5
Самостоятельная работа	3,11	112	84
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,11	112	84
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. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек-ции	ПЗ	СР
1.	Раздел 1. Наноматериалы и природа их специфических свойств	66	14	12	40
1.1	Общие сведения о наноматериалах	7	2	–	5
1.2	Основы физики твёрдого тела	50	10	10	30
1.3	Теоретические основы специфических свойств наноматериалов	9	2	2	5
2.	Раздел 2. Экспериментальные методы определения параметров наноматериалов	68	12	16	40
2.1	Электронная микроскопия	9	2	2	5
2.2	Сканирующая зондовая микроскопия	9	2	2	5
2.3	Спектральные методы анализа	16	2	4	10
2.4	Эллипсометрия	34	6	8	20
3.	Раздел 3. Методы испытаний изделий наноиндустрии	46	8	6	32
3.1	Основы теории испытаний	8	2	–	6
3.2	Государственные стандарты в области изделий наноиндустрии	28	4	4	20
3.3	Определение удельной поверхности наноматериалов методом БЭТ	10	2	2	6
	ИТОГО	180	34	34	112
	Экзамен	36			
	ИТОГО	216			

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Наноматериалы и природа их специфических свойств

1.1. Общие сведения о наноматериалах.

Основные определения и понятия в наноинженерии. Классификация наноструктур и наноматериалов. Безопасность обращения с наноматериалами. Возможности нанотехнологий.

1.2. Основы физики твёрдого тела.

Кристаллические решетки. Основные типы связи в твёрдых телах. Дефекты в кристаллах. Колебания атомов кристаллической решётки. Тепловые свойства твёрдых тел: теплоёмкость, тепловое расширение и теплопроводность. Основы зонной теории твёрдых тел. Электрические свойства твёрдых тел. Магнитные свойства твёрдых тел. Классификация и природа магнитных состояний вещества. Свойства веществ с атомным магнитным порядком. Оптические свойства твёрдых тел: поглощение и излучение света твёрдыми телами. Магнитооптические явления.

1.3. Теоретические основы специфических свойств наноматериалов.

Особенности нанобъектов. Размерный эффект. Квантовое ограничение. Поверхностные свойства. Оптические свойства наноматериалов. Магнитные свойства наноматериалов.

Раздел 2. Экспериментальные методы определения параметров наноматериалов

2.1. Электронная микроскопия.

Классификация электронно-зондовых методов анализа. Просвечивающая электронная микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Схемы электронных микроскопов и их возможности.

2.2. Сканирующая зондовая микроскопия.

Общие принципы действия сканирующих зондовых микроскопов. Преимущества и недостатки. Сканирующий туннельный микроскоп. Понятие туннельного эффекта. Возможности метода и ограничения на его использование. Сканирующий атомно-силовой микроскоп. Режимы работы, возможности метода и ограничения на его использование. Ближнепольный оптический микроскоп. Сканирующая зондовая микроскопия как инструмент для манипуляции атомами. Понятие квантового загона.

2.3. Спектральные методы анализа.

Классификация спектральных методов. Электронная оже-спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия. Спектроскопия пропускания. Методика определения толщины тонких плёнок на основе анализа их спектров оптического пропускания.

2.4. Эллипсометрия.

Назначения и достоинства эллипсометрии. Физические основы эллипсометрии. Основное уравнение эллипсометрии. Прямая и обратная задачи эллипсометрии. Основные оптические модели отражающей структуры. Однослойная модель. Графо-аналитический метод решения обратной задачи эллипсометрии. Модели эллипсометров. Оптические элементы эллипсометров: поляризаторы, фазосдвигающие устройства.

Раздел 3. Методы испытаний изделий наноиндустрии

3.1. Основы теории испытаний.

Основные понятия теории испытаний: испытания, объект испытаний, макет для испытаний, условия испытаний, программа испытаний, аттестация методики испытаний, испытательное оборудование, результат испытаний, точность и воспроизводимость результатов испытаний. Виды и цели испытаний. Классификация испытаний. Исследовательские, контрольные, сертификационные и эксплуатационные испытания. Основные этапы подготовки и проведения испытаний. Оценка результатов испытаний. Внешние воздействующие факторы при проведении испытаний. Аттестация испытательного оборудования. Испытательные лаборатории.

3.2. Государственные стандарты в области изделий наноиндустрии.

Общая структура ГОСТов на наноматериалы. Технические требования, предъявляемые к различным наноматериалам: нанотрубкам, нанопорошкам, нанокомпозитам и т.д. Наиболее распространенные методы, применяемые для определения характеристик нанобъектов согласно ГОСТ. Правила отбора и подготовки проб и образцов для испытаний. Требования безопасности при проведении испытаний наноматериалов.

3.3. Определение удельной поверхности наноматериалов методом БЭТ.

Определение удельной поверхности наноматериалов методом Брунауэра, Эммета и Теллера (БЭТ) по изотерме адсорбции газа: сущность метода, необходимое оборудование, методика проведения испытания, методика обработки результатов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Знать:					
1	основные определения и классификации, используемые в нанотехнологии		+		
2	требования безопасности при работе с наноматериалами		+		
3	основы физики твёрдого тела как науки, лежащей в основе представлений об исключительных свойствах наноматериалов		+		
4	основные методы диагностики и измерений в нанотехнологии			+	
5	требования и основные методы проведения испытаний на определение соответствия характеристик наноматериалов требованиям российских стандартов				+
Уметь:					
6	обрабатывать результаты экспериментальных исследований по изучению свойств наноматериалов			+	+
7	использовать полученные знания для формирования профессиональных навыков в области нанотехнологии		+	+	+
Владеть:					
8	навыками к сбору, анализу и систематизации информации по наноматериалам		+	+	+
9	комплексными представлениями о физической природе наноматериалов		+		
10	методикой определения осредненных характеристик наноматериалов			+	
11	практическими навыками определения характеристик наноматериалов по их оптическим свойствам			+	
12	навыками работы с российскими стандартами в области изделий нанотехнологии				+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
13	ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.1 Знает методы планирования и постановки сложных экспериментов и исследований в области профессиональной деятельности		+	+
14		ОПК-4.2 Умеет представлять результаты своей исследовательской деятельности, в том числе формировать демонстрационный материал по результатам исследований		+	+
15		ОПК-4.3 Владеет навыками оценки и интерпретации результатов исследований		+	+
16	ОПК-5. Способен использовать инструментальный формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и	ОПК-5.1 Знает инструментальный формализации инженерных и научно-технических задач, прикладное программное обеспечение, используемое в профессиональной деятельности		+	+
17		ОПК-5.2 Умеет определять перечень ресурсов для использования в профессиональной деятельности	+		+

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
18	проектирования объектов, систем и процессов	ОПК-5.3 Владеет навыками формализации инженерных и научно-технических задач		+	+
19	ОПК-7. Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области наноинженерии	ОПК-7.1 Знает типы научно-технической документации в области профессиональной деятельности и правила их разработки			+
20		ОПК-7.2 Умеет использовать техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов	+	+	+
21		ОПК-7.3 Владеет опытом составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями		+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.2	Кристаллические решетки	2
2	1.2	Тепловые свойства твёрдых тел	2
3	1.2	Магнитные свойства твёрдых тел	4
4	1.2	Электрические и оптические свойства твёрдых тел	2
5	1.3	Теоретические основы специфических свойств наноматериалов	2
6	2.1	Электронная микроскопия	2
7	2.2	Сканирующая зондовая микроскопия	2
8	2.3	Спектральные методы анализа	2
9	2.3	Определение толщины наноплёнки по спектру пропускания	2
10	2.4	Эллипсометрия. Общие теоретические положения.	2
11	2.4	Методология построения номограмм $\Delta - \Psi$ и подготовка к работе с ними	2
12	2.4	Определение показателя преломления и толщины наноплёнки графо-аналитическим методом	2
13	2.4	Оптические элементы эллипсометров	2
14	3.2	Общая структура ГОСТов на наноматериалы. Технические требования, предъявляемые к различным наноматериалам	2
15	3.2	Методы, применяемые для определения характеристик нанообъектов согласно ГОСТ	2
16	3.3	Определение удельной поверхности наноматериалов методом БЭТ	2
		ИТОГО	34

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия программой дисциплины не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- подготовку к тестовым заданиям по теоретическому материалу дисциплины и устным опросам на защите этих заданий;
- подготовку отчётов по расчётным работам;
- подготовку к сдаче экзамена.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за подготовку доклада на основе современных научных публикаций по тематике дисциплины (максимальная оценка – 10 баллов); за выполнение расчётных работ (максимальная оценка – 25 баллов: по 5 баллов за работы № 1, 2, 4 и 10 баллов за работу № 3); домашних заданий в виде тестов и их защиты (максимальная оценка – 25 баллов: по 5 баллов за домашние задания № 1, 2, 4 и 10 баллов за домашнее задание № 3) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры тем докладов для текущего контроля освоения дисциплины

1. Методы получения магнитных наночастиц.
2. Оптические явления в наносистемах.
3. Современные теплоизоляционные материалы.
4. Магнитные свойства редкоземельных элементов.
5. Термострикционные эффекты в сплавах железа.
6. Свойства аморфных ферромагнитных микропроводов.
7. Магнотстрикция и её применение в технике.
8. Наноразмерные эффекты и их практическое применение.
9. Проблемы безопасности работы с наноматериалами.
10. Современные возможности нанотехнологий.

Методические рекомендации для обучающихся по подготовке доклада и подбору материала для него, а также методические рекомендации для преподавателей по организации прослушивания докладов приведены в отдельном документе, являющимся неотъемлемой частью основной образовательной программы.

Критерии для оценивания докладов приведены в отдельном документе, являющимся неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.2. Темы и примеры заданий для расчётных работ

Задание № 1

Тема: «Анализ электронных фотографий наноструктур. Определение осредненных характеристик системы».

Исходные данные: фотографии наноструктур, выполненные с помощью электронной микроскопии.

Требуется: провести анализ размеров частиц наноматериалов и на его основе построить кривую распределения частиц по размерам, а также определить средний линейный размер наносистемы, среднюю поверхность наносистемы и средний объём наносистемы.

Задание № 2

Тема: «Определение толщины наноплёнки по спектру пропускания».

Исходные данные:

1) спектр пропускания исследуемой наноплёнки: график зависимости $T = f(\lambda)$, где T – пропускание, %; λ – длина волны, нм;

2) показатель преломления среды (воздуха): $n_0 = 1$;

3) показатель преломления материала подложки: n_1 .

Требуется определить толщину наноплёнки на основе заданных согласно варианту осциллирующий спектра.

Задание № 3

Тема: «Методология построения номограмм $\Delta - \Psi$ и подготовка к работе с ними. Определение показателя преломления и толщины наноплёнки графо-аналитическим методом».

Исходные данные:

1) показатель преломления среды (воздуха): $n_0 = 1$;

2) показатели преломления и поглощения материала подложки: n_2, k_2 ;

3) длина световой волны: λ , нм;

4) угол падения света: φ ;

5) сетка значений толщины плёнки и показателя преломления для построения номограммы $\Delta - \Psi$, где Ψ и Δ – возможные показания эллипсометра.

Требуется:

1) по заданной сетке значений толщины плёнки и показателя преломления получить значения эллипсометрических параметров Ψ и Δ и с их помощью построить номограммы $\Delta - \Psi$ при постоянном значении толщины плёнки и при постоянном значении показателя преломления.

2) по заданным значениям Ψ и Δ , полученным в результате экспериментального исследования наноплёнки, определить её толщину и показатель преломления, используя построенные номограммы.

Задание № 4

Тема: «Определение удельной поверхности наноматериалов методом БЭТ».

Исходные данные: изотерма адсорбции пористого наноструктурированного материала.

Требуется:

На основе предлагаемых экспериментальных данных построить график БЭТ, рассчитать удельную поверхность исследуемого пористого наноструктурированного материала и сделать вывод о соответствии данного материала требованиям ГОСТ.

8.3. Темы и примеры домашних заданий в виде тестов

Домашние задания предлагаются в виде тестов. Выполненный дома тест необходимо защитить во время аудиторных занятий (на практических занятиях). Во время защиты теста студент должен обосновать свой выбор ответа по каждому вопросу.

Домашнее задание № 1

Тема: «Электронная микроскопия».

Вариант № 1:

1) Соотнесите вид электронного микроскопа и природу взаимодействия зонда с образцом:

- | | |
|---------|--|
| 1.СЭМ | А) детектируется туннельный ток |
| 2.СТМ | Б) детектируется электромагнитное излучение |
| 3.ССМ | В) детектируется ток вторичных и отраженных электронов |
| 4.СОМБП | Г) детектируется силовое взаимодействие |

1	2	3	4

2) $\lambda = 0,0388/V^{1/2}$ Для нахождения чего применяется данная формула?

- Длины волны протонов
- Длины волны фотонов
- Длины волны нейтронов
- Длины волны электронов
- Длины волны античастиц

3) В каких режимах, в зависимости от характера движения зонда над поверхностью, может работать сканирующий туннельный микроскоп (СТМ)? (Возможны несколько вариантов ответов)

- Режим переменной высоты
- Режим постоянной высоты
- Режим переменного туннельного тока
- Режим постоянного туннельного тока
- Режим постоянного сканирования
- Режим постоянного движения зонда

4) Что составляет физическую основу сканирующей туннельной микроскопии?

- Явление отражения световых волн от поверхности материала
- Явления, определяемые туннелированием электронов в зазоре между атомарно острым зондом и поверхностью анализируемого образца
- Явление излучения вторичных электронов или квантов света поверхностью, облучаемой пучком электронов
- Явление, при котором атомы, возбужденные потоком электронов, образуют туннели, усиливающие проникновение пучка электронов к молекуле

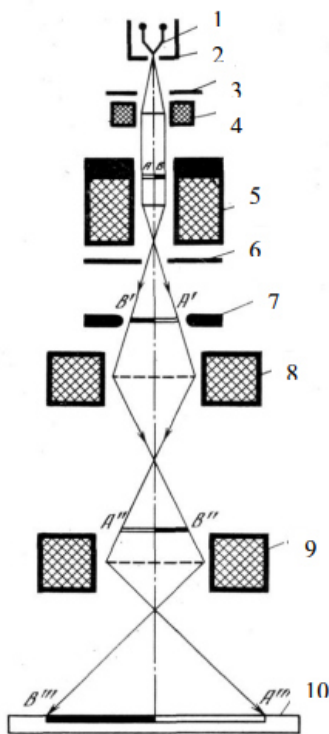
5) Что лежит в основе СЭМ-техники?

- детектирование локального взаимодействия, возникающего между зондом и поверхностью исследуемого образца при их взаимном отдалении
- детектирование локального взаимодействия, возникающего между зондом и поверхностью исследуемого образца при их взаимном сближении
- детектирование локального взаимодействия, возникающего между зондом и поверхностью исследуемого образца при их взаимном наложении друг на друга

6) На схеме просвечивающего электронного микроскопа под номером четыре изображено:

- Анод
- Конденсорная линза
- Проекционная линза

- d) Экран
- e) Промежуточная линза



Домашнее задание № 2

Тема: «Спектральный анализ».

Вариант № 1:

1. В чем заключается сложность изучения молекулярных спектров?
 - a) в большом количестве молекул
 - b) во множестве внутренних движений в молекуле (движение электронов + колебание движение ядер около положения равновесия + вращательное движение молекулы как целого)
 - c) они не сложнее атомных спектров
 - d) из-за неустойчивости молекул
 - e) в том, что молекулярные спектры испускания, поглощения и комбинационного рассеяния света принадлежат свободным или слабо связанным между собой молекулам

2. Какие методы относятся к молекулярной спектроскопии?
 - a) рентгеновская спектроскопия, ЯМР, мёссбауэровская спектроскопия
 - b) ультрафиолетовая, атомно-абсорбционная и фотоэлектронная спектроскопии
 - c) атомная флуоресценция, оптическая спектроскопия, ЭПР
 - d) только гамма-, альфа- и бетта-спектроскопии
 - e) атомно-абсорбционная , атомно-эмиссионная спектроскопии и атомная флуоресценция

3. Как, согласно закону Бугера-Ламберта-Бера, можно представить показатель поглощения для раствора?
 - a) $k = C * a$

- b) $k = C * \chi$
- c) $k = b * \chi$
- d) $k = R * \chi$

4. На использовании какого эффекта основан метод мессбауэровской спектроскопии, предназначенный для изучения взаимодействия ядра с электрическим и магнитным полями, создаваемыми его окружением?

- a) эффекта Доплера
- b) прямого пьезоэффекта
- c) эффекта Мессбауэра
- d) обратного пьезоэффекта

5. Какую группу волн не используют в спектроскопии?

- a) гамма-лучи
- b) радиоволны
- c) ИК
- d) УФ
- e) Рентгеновское излучение

6. Что позволяет использовать люминесцентный анализ для контроля чистоты веществ?

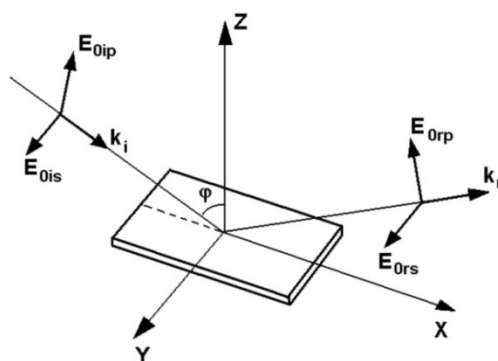
- a) визуальное детектирование
- b) большая интенсивность света
- c) очень высокая чувствительность
- d) способность исследования химических связей
- e) определение толщины слоя

Домашнее задание № 3

Тема: «Эллипсометрия».

Вариант № 1:

1. На какие составляющие раскладывается вектор амплитуды электрического поля E_{0i} ?



А) E_{0rp} и E_{0is}

В) k_i и E_{0is}

Б) k_i и E_{0rs}

Г) E_{0rs} и E_{0is}

2. Вставьте в текст пропущенные слова.

Спектральный диапазон, в котором проводятся исследования эллипсометрическим методом, равен _____ нм, что соответствует энергии фотона _____ эВ. Эллипсометрия пропускания применяется, когда необходимо проанализировать _____.

Отражательная эллипсометрия применяется, когда необходимо проанализировать_____.

3. Какие из утверждений являются верными для обратной задачи эллипсометрии? (Возможно несколько вариантов ответа)

- А) для решения задачи можно использовать численные методы
- Б) нельзя представить аналитически
- В) решение всегда однозначно
- Г) редко можно представить аналитически
- Д) для решения задачи используется однослойная модель
- Е) для решения задачи используется многослойная модель
- Ж) всегда можно представить аналитически
- З) решение практически всегда неоднозначно
- И) для решения используется уравнение: $\text{tg}\Psi * e^{i\Delta} = f(x_1, x_2, \dots, x_N, \lambda, \phi, n_0)$
- К) для решения задачи можно использовать графо - аналитический метод

4. Установите соответствие между величиной и её названием/значением:

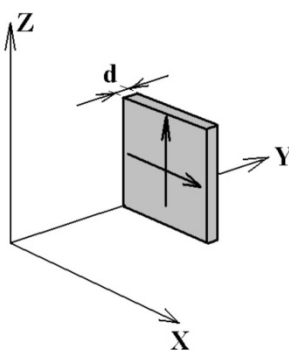
- | | |
|---------------------|--|
| А) $\text{tg} \Psi$ | 1) комплексный показатель преломления среды |
| Б) ρ | 2) комплексный эллипсометрический параметр |
| В) N | 3) разность между фазовыми скачками волн при отражении |
| | 4) отношение амплитуд коэффициентов отражения для р- и s- волн |

А	Б	В

5. Как выглядит соотношение Снелла?

- | | |
|--|--|
| А) $R_s = \frac{E_{ors}}{E_{ois}}$ | Б) $\varphi_1 = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi / N_1^2}$ |
| В) $\delta = 2\pi \frac{d}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - \sin^2 \varphi}$ | Г) $\text{tg}\Psi * e^{i\Delta} = f(x_1, x_2, \dots, x_N, \lambda, \phi, n_0)$ |

6. Какие утверждения являются неверными для компенсаторов? (Возможно несколько вариантов ответа)



- А) фазовый сдвиг равен $\pi/4$
- Б) относительный сдвиг фаз выражается формулой: $\delta_c = \frac{2\pi(n_o - n_e)d}{\lambda}$
- В) длина поляризованной волны равна $\lambda/2$
- Г) если $n_o > n_e$, то направление вдоль оси x называют быстрой осью, а перпендикулярное к нему направление оси z – медленной осью
- Д) фазовый сдвиг не зависит от длины волны
- Е) длина поляризованной волны равна $\lambda/4$
- И) фазовый сдвиг равен $\pi/2$

К) если $n_o < n_e$, то направление вдоль оси x называют быстрой осью, а перпендикулярное к нему направление оси z – медленной осью

Л) относительный сдвиг фаз выражается формулой: $\delta_e = \frac{2\pi(n_o + n_e)d}{\lambda}$

М) фазовый сдвиг зависит от длины волны

Домашнее задание № 4

Тема: «Государственные стандарты в области изделий наноиндустрии».

Вариант № 1:

1. Какого размера в любом направлении должны быть гранулы нанокompозитного материала в соответствии с ГОСТ?

- a) 2-7 мм
- b) 3-6 мм
- c) 2-6 мм
- d) 2-5 мм

2. Соотнесите понятие и его определение:

- 1) Наночастица
- 2) Нановолокно
- 3) Аэрозоль

А) Нанообъект, линейные размеры которого по трем измерениям близки длине волны электрона в материале данного нанообъекта и внутри которого потенциальная энергия электрона ниже, чем за его пределами, при этом движение электрона ограничено во всех трех измерениях.

Б) Дисперсная система, состоящая из твердых или жидких частиц, взвешенных в газе.

В) Нанообъект, линейные размеры которого по всем трем измерениям находятся в нанодиапазоне.

Г) Нанообъект, линейные размеры которого по двум измерениям находятся в нанодиапазоне, а по третьему измерению значительно больше.

1	
2	
3	

3. При определении какого показателя толщина образцов должна быть $2,0 \pm 0,2$ мм?

- a) Определение температуры размягчения по Вика
- b) Определение объемного сопротивления
- c) Определение водопоглощения
- d) Определение плотности

4. На этикетке, наклеенной на каждую единицу упаковки, указывают: (возможны несколько вариантов ответа)

- a) дату изготовления;
- b) способ изготовления;
- c) количество единиц в упаковке;
- d) массу нетто, брутто, кг;
- e) наименование и контакты транспортной организации;
- f) наименование и адрес организации-изготовителя;
- g) наименование продукции и марка.

5. Какие методы определения химических характеристик поверхности нанобъектов наиболее распространены в соответствии с ГОСТ? (возможно несколько вариантов ответа)
- а) масс-спектрометрия вторичных ионов (МСВИ)
 - б) масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС)
 - в) динамическое рассеяние света (ДРС)
 - г) рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС)
 - д) атомно-силовая микроскопия (АСМ)
 - е) анализ траекторий движения частиц (АТДЧ)
 - ж) спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР-спектроскопия)
6. Оцените результат проведения испытания нанокompозитного материала, если в ходе его проведения было установлено, что массовая доля летучих веществ равна 0,01%.
- а) материал прошёл испытание;
 - б) материал не прошёл испытание.
- 7) Какие действия предусматривает ГОСТ с материалом, не прошедшим испытание?

8.4. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен, 1 семестр)

Билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов.

1. Классификация наноструктур и наноматериалов.
2. Безопасность обращения с наноматериалами.
3. Возможности нанотехнологий.
4. Кристаллические решетки. Основные типы связи в твёрдых телах. Дефекты в кристаллах.
5. Колебания атомов кристаллической решётки. Температура Дебая. Понятие о фононах.
6. Теплоёмкость твёрдых тел. Закон Дебая. Закон Дюлонга–Пти.
7. Теплоёмкость металлов. Теплоёмкость электронного газа.
8. Тепловое расширение твёрдых тел.
9. Теплопроводность твёрдых тел.
10. Основы зонной теории твёрдых тел. Электрические свойства твёрдых тел.
11. Магнитное поле и его характеристики. Магнитное поле в твёрдых телах.
12. Закономерности намагничивания ферромагнетиков. Магнитострикция, термострикция и эффект Виллэри.
13. Магнитный момент атома. Магнитные свойства атомов в веществе. Классификация магнитных состояний вещества.
14. Природа диамагнетизма.
15. Природа парамагнетизма. Закон Кюри. Применение парамагнетизма для получения особо низких температур.
16. Квантовая теория ферромагнетизма. Доменная структура ферромагнетиков.
17. Антиферромагнетики и ферримагнетики.
18. Виды взаимодействия света с твёрдыми телами.
19. Поглощение света кристаллами.
20. Спонтанное и индуцированное излучение. Твёрдотельные лазеры.
21. Размерный эффект. Квантовое ограничение. Поверхностные свойства наноматериалов.
22. Оптические свойства наноматериалов. Магнитные свойства наноматериалов.
23. Назначения и цели электронно-зондовых методов анализа. Классификация. Применение в задачах нанотехнологии.

24. Основные понятия электронной микроскопии. Классификация методов электронной микроскопии.
25. Просвечивающая электронная микроскопия.
26. Сканирующая электронная микроскопия.
27. Схемы электронных микроскопов и их возможности.
28. Общие принципы действия сканирующих зондовых микроскопов. Преимущества и недостатки.
29. Сканирующая туннельная микроскопия.
30. Сканирующая атомно-силовая микроскопия.
31. Сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля.
32. Сканирующая зондовая микроскопия как инструмент для манипуляции атомами.
33. Спектральный анализ. Основные понятия. Классификация.
34. Рентгеновская спектроскопия.
35. Оже-спектроскопия.
36. Спектроскопия пропускания. Методика определения толщины тонких плёнок на основе анализа их спектров оптического пропускания.
37. Назначение и достоинства эллипсометрии. Применение эллипсометрии в нанотехнологиях.
38. Плоская электромагнитная волна, и её распространение в среде. Отражение плоской электромагнитной волны от исследуемой поверхности.
39. Основное уравнение эллипсометрии. Прямая и обратная задачи эллипсометрии.
40. Основные оптические модели отражающей структуры. Однородная полубесконечная среда.
41. Основные оптические модели отражающей структуры. Однослойная модель.
42. Основные оптические модели отражающей структуры. Многослойная модель.
43. Графо-аналитический метод решения обратной задачи эллипсометрии.
44. Методология построения номограмм $\Delta - \Psi$ и работа с ними.
45. Оптические схемы эллипсометров.
46. Оптические элементы эллипсометров: поляризаторы.
47. Оптические элементы эллипсометров: фазосдвигающие устройства.
48. Преобразования поляризации при прохождении через оптические элементы.
49. Основные понятия теории испытаний: испытания, объект испытаний, макет для испытаний, условия испытаний, программа испытаний, испытательное оборудование.
50. Результат испытаний. Точность, достоверность и воспроизводимость результатов испытаний.
51. Виды и цели испытаний. Типы классификации испытаний.
52. Цели и задачи исследовательских, контрольных, сертификационных и эксплуатационных испытаний.
53. Основные этапы подготовки и проведения испытаний. Оценка результатов испытаний.
54. Внешние воздействующие факторы при проведении испытаний.
55. Аттестация испытательного оборудования. Цели и виды аттестации.
56. Государственные стандарты в области изделий nanoиндустрии. Общая структура ГОСТов на наноматериалы.
57. Технические требования, предъявляемые к различным наноматериалам: нанотрубкам, нанопорошкам, нанокомпозитам и т.д.
58. Наиболее распространенные методы, применяемые для определения характеристик nanoобъектов согласно ГОСТ.
59. Правила отбора и подготовки проб и образцов для испытаний.
60. Требования безопасности при проведении испытаний наноматериалов.
61. Определение удельной поверхности наноматериалов методом БЭТ по изотерме адсорбции газа: сущность метода, методика обработки результатов.
62. Определение удельной поверхности наноматериалов методом БЭТ по изотерме адсорбции газа: необходимое оборудование, методика проведения испытания.

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

8.5. Структура и пример билета для экзамена

Экзамен по дисциплине «Теоретические основы наноинженерии» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к различным разделам.

Пример билета для экзамена:

"Утверждаю"	Министерство науки и высшего образования РФ
Зав. каф. КХТП	Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Глебов М.Б.	Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
	28.04.02 Наноинженерия
	Магистерская программа –
«__» ____ 20__ г.	«Материалы и технологии наноинженерии»

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОИНЖЕНЕРИИ

БИЛЕТ № 1

1. Сканирующая электронная микроскопия.
2. Государственные стандарты в области изделий наноиндустрии. Общая структура ГОСТов на наноматериалы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Гаврилова Н.Н., Назаров В.В., Яровая О.В. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов : учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 51 с.
2. Епифанов Г.И. Физика твёрдого тела : учеб. пособие, 4-е изд., стер. СПб.: Лань, 2011. 288 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2023?category_pk=925#book_name (дата обращения: 15.04.2022).

Б) Дополнительная литература:

1. Демидова Л.А., Денисюк А.П. Электронно-микроскопические исследования энергонасыщенных материалов : учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013, 155 с.
2. Липатьева Т.О., Лотарев С.В., Сигаев В.Н. Зондовая нанолaborатория "ИНТЕГРА Спектра". Спектроскопия комбинационного рассеяния. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 30 с.
3. Дударов С.П., Папаев П.Л. Использование численных методов в табличном процессоре Microsoft Excel. Лабораторный практикум : учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. 115 с.
4. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твёрдого тела : пер. с англ. М.: Мир, 1969. 558 с.
5. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твёрдого тела : учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2000. 494 с.
6. Преображенский А.А., Бишард Е.Г. Магнитные материалы и элементы : учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1986. 352 с. 4 экз.
7. Киттель Ч. Введение в физику твёрдого тела : пер. с англ. М.: Наука, 1978. 791 с.
8. Епифанов Г.И. Физика твёрдого тела : учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1965. 276 с.

9. Кольцова Э.М., Скичко А.С., Женса А.В. Численные методы решения уравнений математической физики и химии : учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2020. 220 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://urait.ru/book/chislennyye-metody-resheniya-uravneniy-matematicheskoy-fiziki-i-himii-454210> (дата обращения: 15.04.2022).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению расчётных работ.
- Инструкции по технике безопасности в компьютерном классе.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Заводская лаборатория. Диагностика материалов». ISSN: 1028-6861.
- Журнал «Наноматериалы и наноструктуры - XXI век». ISSN: 2225-0999.
- Журнал «Нанотехнологии: наука и производство». ISSN: 2306-0581.
- Журнал «Российские нанотехнологии». ISSN: 1992-7223.
- Журнал «Acta Microscopica». ISSN: 0798-4545.
- Журнал «Физика твердого тела». ISSN: 0367-3294.
- Журнал «ECS Journal of Solid State Science and Technology». ISSN: 2162-8769.
- Журнал «Journal of Physics C: Solid State Physics». ISSN: 0022-3719.
- Журнал «Physics of the Solid State». ISSN: 1063-7834.
- Журнал «Physical Review B: Solid State». ISSN: 0556-2805.
- Журнал «Handbook of Magnetic Materials». ISSN: 1567-2719.
- Журнал «Handbook of Ferromagnetic Materials». ISSN: 1574-9304.
- Журнал «Journal of Magnetism and Magnetic Materials». ISSN: 0304-8853.
- Журнал «Обзоры по теплофизическим свойствам веществ». ISSN: 0135-3233.
- Журнал «Advanced Optical Materials». ISSN: 2195-1071.
- Журнал «Applied Physics B: Lasers and Optics». ISSN: 0946-2171.
- Журнал «Optical Materials». ISSN: 0925-3467.
- Журнал «Optical Materials Express». ISSN: 2159-3930.
- Журнал «Optics & Laser Technology». ISSN: 0030-3992.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями темами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://thesaurus.rusnano.com/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Наномир – интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.miracle-uni.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Нанометр – нанотехнологическое сообщество. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanometer.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Официальный сайт «Аэрогели» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aerogel-russia.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Российский Электронный наножурнал. ООО «Парк-медиа». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanojournal.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Информационный портал RusNanoNet. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Швец В.А., Спесивцев Е.В. Эллипсометрия : Учебно-методическое пособие к лабораторным работам. – Новосибирск, 2013. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/229/%D0%AD%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%A8%D0%B2%D0%B5%D1%86.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 25.04.2022).
- ГОСТ Р 56647-2015/ISO/TS 80004-6:2013. Нанотехнологии. Часть 6. Характеристики нанообъектов и методы их определения. Термины и определения. [Электронный ресурс]: –

Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data/623/62301.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).

– ГОСТ 34444-2018. Наноматериалы. Магний гидроксид наноструктурированный. Технические требования и методы измерений (анализа). [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data/704/70486.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).

– ГОСТ 34445-2018. Наноматериалы. Магний оксид наноструктурированный. Технические требования и методы измерений (анализа). [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data/704/70480.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).

– ПНСТ 407-2020 «Зеленые» стандарты. Нанодисперсии стирол-акриловые. Критерии и показатели для подтверждения соответствия «зеленой» продукции. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293720/4293720991.htm> (дата обращения: 25.04.2022).

– ГОСТ Р 54848-2011. Нанопорошки энергонасыщенных материалов. Общие технические требования. Методы испытаний. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293789/4293789562.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).

– ПНСТ 250-2017. Наноматериалы. Наносуспензия серебра. Общие технические требования и методы испытаний. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293739/4293739700.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).

– ГОСТ Р 58356-2019. Наноматериалы. Нанотрубки углеродные одностенные. Технические требования и методы испытаний. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index/70/70738.htm> (дата обращения: 25.04.2022).

– ПНСТ 251-2017. Наноматериалы. Материал нанокпозиционный на основе полиэтилена. Технические требования и методы испытаний. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293739/4293739692.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).

– ГОСТ Р 58850-2020. Материал объемный углеродный наноструктурированный. Технические условия. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293721/4293721827.htm> (дата обращения: 25.04.2022).

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк заданий для расчётных работ;
- демонстрационные модули расчётных работ;
- фотографии наноматериалов, выполненные с помощью электронной микроскопии;
- образцы спектров пропускания наноплёнок;
- примеры номограмм $\Delta - \Psi$;
- образцы изотерм адсорбции наноструктурированных материалов;
- магнитострикционные и термострикционные кривые для различных материалов;
- банк домашних заданий в виде тестов (30 вариантов по каждому домашнему заданию);
- банк билетов для экзамена – 50.

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. При этом данный список дополняется следующим разделом:

– групповой чат в ЭИОС, индивидуальные чаты и тематическая группа в социальной сети <http://vk.com/>, групповые онлайн-конференции и индивидуальные онлайн-собеседования в Discord.

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 составляет на 01.01.2022 года 1 719 785 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 10 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для выполнения и контроля расчётных заданий.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные модули расчётных работ.

Магнитострикционные диаграммы для разных ферромагнетиков; термострикционные диаграммы для железоникелевых и железоплатиновых сплавов.

Фотографии наноматериалов, выполненные с помощью электронной микроскопии.

Образцы спектров пропускания наноплёнок. Образцы номограмм $\Delta - \Psi$.

Образцы изотерм адсорбции наноструктурированных материалов.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	10	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License Номер лицензии 47837477	10	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Наноматериалы и природа их специфических свойств	Знает: основные определения и классификации, используемые в наноинженерии; требования безопасности при работе с наноматериалами; основы физики твёрдого тела как науки, лежащей в основе представлений об исключительных свойствах наноматериалов. Умеет: использовать полученные знания для формирования профессиональных навыков в области наноинженерии. Владеет: комплексными представлениями о физической природе наноматериалов; навыками к сбору, анализу и систематизации информации по наноматериалам.	Оценка за доклад на основе современных научных публикаций. Оценка на экзамене.
Раздел 2. Экспериментальные методы определения параметров наноматериалов	Знает: основные методы диагностики и измерений в наноинженерии. Умеет: обрабатывать результаты экспериментальных исследований по изучению свойств наноматериалов; использовать полученные знания для формирования профессиональных навыков в области наноинженерии. Владеет: навыками к сбору, анализу и систематизации информации по наноматериалам; методикой определения осредненных характеристик наноматериалов; практическими навыками определения характеристик наноматериалов по их оптическим свойствам.	Оценка за расчётные работы № 1–3. Оценка за домашние задания № 1–3. Оценка на экзамене.
Раздел 3. Методы испытаний изделий nanoиндустрии	Знает: требования и основные методы проведения испытаний на определение соответствия характеристик наноматериалов требованиям российских стандартов. Умеет: обрабатывать результаты экспериментальных исследований по изучению свойств наноматериалов; использовать полученные знания для формирования профессиональных навыков в области наноинженерии. Владеет: навыками к сбору, анализу и	Оценка за расчётную работу № 4. Оценка за домашнее задание № 4. Оценка на экзамене.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	систематизации информации по наноматериалам; навыками работы с российскими стандартами в области изделий наноиндустрии.	

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

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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 РПД

«Теоретические основы наноинженерии»

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа

«Материалы и технологии наноинженерии»

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.
		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»**

«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

« 25 » мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Квантовая химия»**

Направление подготовки 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева

« 25 » мая 2022 г.

Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена:
заведующим кафедрой квантовой химии, д.ф-м.н., профессором В.Г. Цирельсоном,
доцентом кафедры квантовой химии, к.х.н., ст.н.с., А.Н. Егоровой

Программа рассмотрена и одобрена на расширенном заседании кафедры квантовой химии
РХТУ им.Д.И. Менделеева « 20 » апреля 2022 г., протокол № 9.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 «Наноинженерия» (*магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»*) ФГОС ВО, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой *квантовой химии* РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина *«Квантовая химия»* относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют определенную подготовку по курсу «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Математика» и «Физика», которые изучаются в РХТУ в 1-4 семестрах, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала.

Цель дисциплины – заложить фундамент для работы будущих магистров в условиях современных наукоемких химико-технологических производств и обеспечить возможность самостоятельного и быстрого освоения ими новых инновационных производственных процессов и новой современной техники.

Задачи дисциплины состоят в изучении основных понятий современной квантовой химии и квантово-химических методов расчета строения и свойств химических систем; во введении студентов в круг основных представлений о химической связи и межмолекулярных взаимодействиях и ознакомлении на этой основе с особенностями химической связи в химических веществах и обусловленных этим свойствами материалов; в освоении работы с основными квантово-химическими компьютерными программами, используемыми на практике.

Дисциплина *«Квантовая химия»* преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости магистров 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: научно-исследовательский и инновационный				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии</p> <p>– от идеи, фундаментальных и прикладных исследований</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации</p>	<p>ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

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
до создания промышленных изделий.				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии</p> <p>– от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники</p>	<p>ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием.</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 593н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция D: Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. D/01.7: Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 7)</p>

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные положения квантовой химии, современной теории химической связи и межмолекулярного взаимодействия и примеры ее применения к конкретным химическим системам;
- принципы количественной характеристики атомной и электронной структуры молекулярных систем и полимеров;
- основные взаимосвязи между электронной структурой и физико-химическими свойствами веществ, лежащие в основе управления свойствами;
- возможности основных современных квантово-химических расчетных методов и области их применимости.

Уметь:

- применять квантово-химические подходы и методы для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств молекулярных, супрамолекулярных систем и полимеров.

Владеть:

- элементарными навыками применения квантово-химических подходов и методов при решении практических технологических задач и стандартными квантово-химическими компьютерными программами.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	26
Лекции	0,47	17	13
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	13
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	3,06	110	82
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,06	110	82
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1.0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. час.				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
	Введение	1	1			
	Раздел 1. Общие принципы	37	5	-	2	30
	Раздел 2. Методы квантовой химии	67	6	-	11	50

Раздел 3. Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия. Квантово-химическое описание реакций.	39	5	-	4	30
ИТОГО	144	17		17	110
Экзамен	36				
ИТОГО	180				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет квантовой химии. Роль квантовой химии в описании химических явлений и процессов. Взаимосвязь классической и квантовой моделей молекул.

Раздел 1. Общие принципы.

1.1. Основные приближения.

Основные положения квантовой механики. Вариационный метод нахождения волновых функций. Приближение независимых частиц. Метод самосогласованного поля для атомов. Приближение центрального поля. Атомные орбитали и их характеристики.

1.2. Одноэлектронные и многоэлектронная волновая функция и методы их расчета. Антисимметричность электронной волновой функции. Спин-орбитали. Детерминант Слейтера. Методы Хартри-Фока и Кона-Шэма, химическая трактовка результатов. Электронные конфигурации атомов с точки зрения квантовой химии.

Раздел 2. Методы квантовой химии.

2.1. Молекулярная структура, электронная корреляция.

Приближение Борна-Оппенгеймера, адиабатический потенциал и понятие молекулярной структуры. Методы Хартри-Фока и Кона-Шэма для молекулы. Приближение МО ЛКАО. Электронная корреляция. Метод конфигурационного взаимодействия. Теорема Бриллюэна. Теория возмущений. Метод валентных связей. Расчет энергии диссоциации химических связей.

2.2. Неэмпирические и полуэмпирические методы.

Иерархия методов квантовой химии. Неэмпирическая квантовая химия. Базисные функции для неэмпирических расчетов. Атомные и молекулярные базисные наборы. Роль базисных функций в описании свойств молекул.

Полуэмпирические методы. π -электронное приближение. Метод Парризера-Попла-Парра. Простой и расширенный методы Хюккеля. Точность квантово-химических расчетов химических свойств молекул.

Раздел 3. Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия. Квантово-химическое описание реакций.

Орбитальная картина химической связи. Конструктивная и деструктивная интерференция орбиталей. Молекулярные орбитали и их симметричная классификация. Корреляционные диаграммы. Электронные конфигурации двухатомных молекул. Анализ заселенностей орбиталей по Малликену. Понятие о зарядах и порядках связей. Пространственное распределение электронной плотности. Деформационная электронная плотность. Квантово-химический анализ межмолекулярных взаимодействий.

3.2. Квантово-химическое описание реакций.

Квантово-химическое описание химических реакций в газовой фазе. Поверхность потенциальной энергии химической реакции. Особые точки равновесных и переходных состояний. Методы описания химических реакций.

Заключение. Квантовая химия как инструмент прогноза в химии.

.5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел		
Знать:		1	2	3
<ul style="list-style-type: none"> - основные положения квантовой химии, современной теории химической связи и межмолекулярного взаимодействия и примеры ее применения к конкретным химическим системам; - принципы количественной характеристики атомной и электронной структуры молекулярных систем и полимеров; - основные взаимосвязи между электронной структурой и физико-химическими свойствами веществ, лежащие в основе управления свойствами; - возможности основных современных квантово-химических расчетных методов и области их применимости. 		+	+	+
Уметь:				
<ul style="list-style-type: none"> - применять квантово-химические подходы и методы для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств молекулярных, супрамолекулярных систем и полимеров. 		+	+	+
Владеть:				
<ul style="list-style-type: none"> - элементарными навыками применения квантово-химических подходов и методов при решении практических технологических задач и стандартными квантово-химическими компьютерными программами. 		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
Код и наименование ПК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)	+	+	+
ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+
ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Не предусмотрены

6.2. Лабораторные расчетные занятия

Выполнение лабораторных расчетных работ способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Квантовая химия*», а также дает знания о квантово-химических подходах и методах для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств молекулярных и супрамолекулярных систем. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторных расчетных работ составляет 30 баллов (максимально по 10 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы лабораторных расчетных занятий	Часы
1	1, 2	Неэмпирический квантово-химический расчет молекулы (в соответствии со специализацией магистров).	10
2	2	Полуэмпирические методы квантовой химии.	10
3	2, 3	Химическая интерпретация результатов квантово-химических расчетов Поиск квантово-химической информации в Интернете. Работ с базами данных.	7

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине, развития навыка самообучения и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- 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 научных семинаров и конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (1 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 учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение

контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), лабораторных расчетных работ (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрено.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы 30 (1 семестр) и составляет по 15 баллов за каждую, 30 баллов отводятся на устный опрос на лабораторных расчетных занятиях.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 4 вопроса, которые оцениваются следующим образом 1, 2 и 3 вопросы – по 4 балла, 4 вопрос – 3 балла.

1. Изложите суть вариационного принципа.
2. Что такое узлы атомной радиальной функции? Как сосчитать их число?
3. Приведите зависимость интеграла перекрытия S_{ij} от межъядерного расстояния для связи типа $\sigma(s, s)$.
4. Почему нельзя получить точное решение уравнения Шредингера для систем, содержащих больше одного электрона?

Раздел 2, 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 4 вопроса, которые оцениваются следующим образом 1, 2 и 3 вопросы – по 4 балла, 4 вопрос – 3 балла.

1. Базисные наборы Попла.
2. Какие полуэмпирические методы предпочтительны для расчета а) теплот образования; б) водородных связей?
3. Сколько базисных функций используется при расчете молекулы CH_2F_2 в базисах TZ и 6-31 G**?
4. Определите понятия «Базис» и «Базисная функция».

Примеры вопросов для устных опроса №1 на лабораторных расчетных занятиях:

Опрос содержит 2 вопроса: 1 вопрос – 8 баллов; 2 вопрос – 7 баллов.

1. Что такое неэмпирический квантово-химический расчёт?
2. Что такое атомная орбиталь? Дать определение.

Примеры вопросов для устных опроса №2 на лабораторных расчетных занятиях:

Опрос содержит 2 вопроса: 1 вопрос – 8 баллов; 2 вопрос – 7 баллов.

1. Как и почему энергия диссоциации зависит от учета корреляции электронов?
2. Что означает полуэмпирический квантово-химический метод расчёта?

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

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1, 2, 3 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 7 баллов; вопрос 4 – 8 баллов.

1. Что такое волновая функция? Требования, которым отвечает волновая функция.
2. В чем состоит приближение независимых частиц? Запишите выражение для

многоэлектронной волновой функции в этом приближении.

3. Рассчитайте номер нижней свободной (вакантной) МО молекулы H₂O в методе MNDO и неэмпирическом методе ОХФ (RHF).
4. Сколько базисных функций используется при расчете молекулы FCH₃ в базисных наборах SZ и 6-31G**?
5. Изобразить графически радиальную составляющую атомной орбитали 3s.
6. Приведите зависимость интеграла перекрывания S_{ij} от межъядерного расстояния для связи типа σ(s, s).
7. Какие параметры молекулы необходимо задать при решении электронного уравнения Шредингера? Нужно ли задавать базис в полуэмпирических расчетах?
8. Посчитать число узлов радиальной части 2s и 3p атомных орбиталей.
9. Что такое волновая функция Хартри? Каким взаимодействием пренебрегают, когда ее записывают?
10. Зачем вводится приближение Борна-Оппенгеймера. Предположения, лежащие в его основе.
11. Что такое узлы угловой части атомной орбитали? Как сосчитать их число?
12. Какие приближения используют при решении уравнения Шредингера для молекул?
13. В каких полуэмпирических методах учитывается корреляция электронов?
14. Что такое атомная орбиталь? Запишите выражение для атомной орбитали атома H.
15. Перечислите кратко основные постулаты квантовой механики.
16. Какие приближения используют для решения уравнения Шредингера для атома?
17. Какой базисный набор предполагается в полуэмпирических методах? Рассчитайте число базисных функций в молекуле H₂O в методе MNDO.
18. Что такое валентные изомеры и конформеры? Чем они отличаются? Привести примеры.
19. Запишите операторы кинетической энергии: системы M ядер; системы N электронов.
20. Как представляют волновую функцию и энергию атома в приближении независимых частиц? Напишите выражение для электронной волновой функции атома гелия.
21. Что такое расширенный базис? Сколько базисных функций используется при расчете молекулы NH₃ в базисном наборе 6-31+G**?
22. Изобразить графически угловую составляющую атомной орбитали 3d_z² и 4d_z².
23. Запишите операторы потенциальной энергии взаимодействия ядер; ядер и электронов; электронов.
24. Указать условия, при которых образуются связывающие и антисвязывающие молекулярные орбитали. Привести примеры.
25. Основные достоинства и недостатки полуэмпирических методов.
26. Что такое поверхность потенциальной энергии? Как её получают? Что такое особые/критические точки на ППЭ. Как их находят, каков их физический смысл?
27. Какими квантовыми числами для атома определяются радиальная функция, угловая функция и нормировочный множитель?
28. Что такое радиальная функция распределения электронов? Как найти наиболее вероятное положение электрона на орбитали?
29. Основные отличия полуэмпирических методов расчета электронного уравнения Шредингера от неэмпирических. Сколько базисных функций используется при расчете молекулы H₂O₂ в минимальном наборе в методе MNDO и неэмпирическом методе ОХФ (RHF)?
30. Основные свойства радиальных функций.
31. От чего зависит точность неэмпирических методов расчетов?
32. Что такое структурно-нежесткие молекулы? Привести примеры.
33. Что такое атомная орбиталь? Что такое атомная спин-орбиталь?
34. Запишите оператор полной энергии системы M ядер и N электронов. Какой смысл имеют составляющие этого оператора?

35. В чем суть метода самосогласованного поля? Почему прибегают к приближению ССП при решении электронного уравнения Шредингера?
36. Запишите гамильтониан двухатомной молекулы. Почему нельзя получить точное решение уравнения Шредингера для многоэлектронных систем ?
37. Записать выражение для волновой функции в приближении МО ЛКАО, пояснить смысл входящих в него величин.
38. Рассчитайте номер верхней занятой МО молекулы НССН в методе MNDO и неэмпирическом методе ОХФ (RHF).
39. Две основные разновидности классификации базисных наборов.
40. Что такое поверхность потенциальной энергии? Как её получают? Приведите примеры валентных изомеров и структурно-нежестких молекул.
41. Как зависит атомная орбиталь от расстояния вдали от ядра?
42. Почему в методе Хартри-Фока не учитывается электронная корреляция? В расчетах каких свойств необходим её учет? Опишите основные методы учета электронной корреляции.
43. Какие полуэмпирические методы пригодны для расчета спектральных характеристик молекул?
44. Что такое молекулярная орбиталь? Записать выражение для молекулярной орбитали в приближении МО ЛКАО.
45. Какие полуэмпирические методы предпочтительны для расчета а) теплот образования; б) водородных связей?
46. Как количественно охарактеризовать энергию корреляции?
47. Какому условию должна удовлетворять радиальная часть электронной волновой функции, чтобы волновая функция на ядре была конечна и непрерывна?
48. Основные идеи, лежащие в основе метода MNDO. Применим ли этот метод для расчета: а) теплот образования? б) водородных связей.
49. Что понимают под обозначениями SZ, DZ, TZ? Являются ли указанные базисы расширенными?
50. Теорема Купманса. Какие характеристики атомов и молекул можно рассчитать с ее помощью?
51. Изобразите радиальные составляющие АО 1s, 2s, 3s – типа. Укажите узловые точки и наиболее вероятное положение электрона на соответствующей орбитали.
52. Нарисовать зависимость слейтеровской и гауссовой базисных функций от расстояния до точки центрирования.
53. Чем отличаются ограниченный и неограниченный методы Хартри-Фока?
54. Основные методы учета электронной корреляции.
55. В чем заключается π -электронное приближение. Его физическое обоснование.
56. Какие характеристики молекулы анализируют в квантово-топологической теории молекулярной структуры Бейдера?
57. Необходимое и достаточное условие образования ковалентной химической в теории Бейдера.
58. Что такое атомный бассейн электронной плотности? С какими свойствами атома в молекуле коррелирует его размер?
59. Какие характеристики молекулы анализируют в квантово-топологической теории Бейдера?
60. Как характеризует тип химической связи знак $\nabla^2\rho$ в критической точке связи?
61. Перечислить возможные типы невырожденных критических точек электронной плотности. Какая из них характеризует химическую связь?
62. Поверхность потенциальной энергии молекулы.
63. Поверхность потенциальной энергии химической реакции. Концепция переходного состояния.

64. Орбитальное и квантово-топологическое обоснование модели отталкивания электронных пар.
 65. Критические точки распределения электронной плотности как характеристики структуры молекул и химической связи.
 66. Путь химической реакции. Координата реакции.
 67. Какой знак лапласиана электронной плотности характерен для критической точки ковалентной связи?
 68. Квантово-топологическая теория химической связи.
 69. Какой тип критической точки в межъядерном пространстве характерен для химической связи?
 70. Какова размерность поверхностей потенциальной энергии для молекул ацетилен и метана?
 71. Лапласиан электронной плотности как характеристика химической связи.
 72. Квантово-химическое описание химических реакций в газовой фазе.
 73. Характерные точки поверхности потенциальной энергии химических реакций.
 74. Одноэлектронные волновые функции в кристаллах и методы их расчета.
 75. Зонная структура твердых тел и обусловленные ею свойства.
 76. Качественная картина зонной структуры кристаллов. Уровень Ферми.
- Максимальное количество баллов за *экзамен* – 40 баллов.

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

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

Экзамен по дисциплине «*Квантовая химия*» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 4 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *экзамена*.

<p>«Утверждаю» Зав. кафедрой квантовой химии _____ В.Г. Цирельсон «__» _____ 2022г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра квантовой химии
	28.04.Наноинженерия Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»
	Дисциплина «Квантовая химия»
Билет № 1	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные идеи неэмпирической квантовой химии (15 баллов). 2. Метод МО Хюккеля. Пределы его применимости (10 баллов). 3. Сколько базисных функций используется при расчете молекулы CO₂ в базисе 6-31G*? Каков их вид? (8 баллов) 4. Как и почему энергия диссоциации зависит от учета корреляции электронов? (7 баллов) 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. В.Г. Цирельсон Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела [Текст]: учебное пособие / В. Г. Цирельсон. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
2. В.Г. Цирельсон Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела: учебное пособие для вузов: учебное пособие / В. Г. Цирельсон. — 5-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 522 с. — ISBN 978-5-93208-518-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172254> (дата обращения: 01.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Б. Дополнительная литература

1. В.Г. Цирельсон, М.Ф. Бобров. Многоэлектронный атом. М.: РХТУ, 2006, 69с.
2. В.Г. Цирельсон, М.Ф. Бобров. Квантовая химия молекул. М.: РХТУ, 2001, 108 с.
3. В.Г. Цирельсон. Химическая связь и межмолекулярное взаимодействие. М.: РХТУ, 2005, 131с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал структурной химии. ISSN: 0136-7463
- Известия АН: серия химич. ISSN: 1066-5285
- Journal of the American Chemical Society. ISSN:0002-7863
- International Journal of Quantum Chemistry. ISSN: 0020-7608
- Journal of Computational Chemistry. ISSN: 0192-8651.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- электронный курс лекций;
- компьютерные презентации лекций;
- интерактивные тестовые задания для самоконтроля по квантовой химии;
- раздаточные материалы;
- методические указания;
- справочные материалы и гипертекстовый словарь основных терминов и понятий квантовой химии.

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 01.01.2022 г. составляет 1 719 785 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 «*Квантовая химия*» проводятся в форме лекций, лабораторных расчетных занятий и самостоятельной работы.

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, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Не предусмотрены

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

Персональные компьютеры, укомплектованные USB, CD и DVD возможностями, 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 дисциплины.

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

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none">• Word• Excel• Power Point	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую)

	<ul style="list-style-type: none"> • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath 			версию продукта)
2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
3	O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	12 месяцев
4	Google Chrome	бесплатное ПО	-	-
5	Firefly	бесплатное ПО	5	бессрочно
6	HyperChem Student	бесплатное ПО	5	бессрочно
7	Diamond 2.x	бесплатное ПО	-	-

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие принципы	<p><i>Знает</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения квантовой химии, современной теории химической связи и межмолекулярного взаимодействия и примеры ее применения к конкретным химическим системам; - принципы количественной характеристики атомной и электронной структуры молекулярных систем и полимеров; - основные взаимосвязи между 	<p>Оценка за устный опрос на лабораторных расчетных занятиях.</p> <p>Оценка за первую контрольную работу.</p> <p>Оценка за экзамен.</p>

	<p>электронной структурой и физико-химическими свойствами веществ, лежащие в основе управления свойствами;</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности основных современных квантово-химических расчетных методов и области их применимости. <p><i>Умеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять квантово-химические подходы и методы для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств молекулярных систем и полимеров. <p><i>Владеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - элементарными навыками применения квантово-химических подходов и методов при решении практических технологических задач и стандартными квантово-химическими компьютерными программами. 	
<p>Раздел 2. Методы квантовой химии.</p>	<p><i>Знает</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения квантовой химии, современной теории химической связи и межмолекулярного взаимодействия и примеры ее применения к конкретным химическим системам; - принципы количественной характеристики атомной и электронной структуры молекулярных систем и полимеров; - основные взаимосвязи между электронной структурой и физико-химическими свойствами веществ, лежащие в основе управления свойствами; - возможности основных современных квантово-химических расчетных методов и области их применимости. <p><i>Умеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять квантово-химические подходы и методы для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств молекулярных систем и полимеров. <p><i>Владеет</i></p>	<p>Оценка за устный опрос на лабораторных расчетных занятиях.</p> <p>Оценка за вторую контрольную работу.</p> <p>Оценка за экзамен.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - элементарными навыками применения квантово-химических подходов и методов при решении практических технологических задач и стандартными квантово-химическими компьютерными программами. 	
<p>Раздел 3. Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия. Квантово-химическое описание реакций и электронная структура твердых тел.</p>	<p><i>Знает</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения квантовой химии, современной теории химической связи и межмолекулярного взаимодействия и примеры ее применения к конкретным химическим системам; - принципы количественной характеристики атомной и электронной структуры молекулярных систем и полимеров; - основные взаимосвязи между электронной структурой и физико-химическими свойствами веществ, лежащие в основе управления свойствами; - возможности основных современных квантово-химических расчетных методов и области их применимости. <p><i>Умеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применять квантово-химические подходы и методы для расчета, интерпретации и предсказания строения и свойств молекулярных систем и полимеров. <p><i>Владеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - элементарными навыками применения квантово-химических подходов и методов при решении практических технологических задач и стандартными квантово-химическими компьютерными программами. 	<p>Оценка за устный опрос на лабораторных расчетных занятиях.</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 Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Квантовая химия»
основной образовательной программы**

28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		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»**

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Информационные технологии в НИОКР»

Направление подготовки 28.04.02 Наноинженерия

(Код и наименование направления подготовки)

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«25» мая 2022 г.

Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена ассистентами кафедры информационных компьютерных технологий **Скичко Е.А., Мироновой Е.А.**

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информационных компьютерных технологий РХТУ им. Д.И. Менделеева

(Наименование кафедры)

«28» февраля 2022 г., протокол №17.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **28.04.02 Наноинженерия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Информационных компьютерных технологий** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Информационные технологии в НИОКР»** относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области информатики и информационных технологий, а также общей химической технологии.

Цель дисциплины – подготовка студентов в области информационного сопровождения научной деятельности, привитие навыков самостоятельного поиска химической информации в различных источниках.

Задачи дисциплины:

- обобщение знаний о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними, выделение конкретных информационных технологий, необходимых для информационного обеспечения различных научных потребностей;
- обучение основным подходам для анализа полученных данных и использования их в своей профессиональной деятельности;
- формирование практических навыков информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;
- обобщение знаний об интернете, как технологии, способов работы с ним и использования в профессиональной деятельности.

Дисциплина **«Информационные технологии в НИОКР»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
Коммуникация	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные
		УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)

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: научно-исследовательский и инновационный				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации</p>	<p>ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6.</p> <p>Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные составляющие информационного обеспечения процесса сопровождения научной деятельности, понятия и термины;
- основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;
- общие принципы получения, обработки и анализа научной информации;

Уметь:

- выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей;
- находить профильную информацию в различных отечественных и зарубежных информационных массивах;
- обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации,

Владеть:

- знаниями о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними;
- практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;
- основными подходами для анализа полученных данных и использования их в своей профессиональной деятельности.

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:	0,96	34	25,5
Лекции	0,48	17	12,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,48	17	12,75
Самостоятельная работа	2,04	74	55,2
Контактная самостоятельная работа	2,04	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,20
Вид контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основные понятия и термины. Государственная система научно-технической информации. Информационные издания и Базы данных	17	2	2	13

1.1	Основные понятия и термины в области информационных технологий и информационных систем	9	1	1	7
1.2	Информационные издания и Базы данных	8	1	1	6
2.	Раздел 2. Информационные ресурсы сети Internet. Отечественные источники информации по химии и смежным областям	18	2	2	14
2.1	АИПС Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) и АИПС STN-International	9	1	1	7
2.2	Виды источников информации, индексы цитирования, классификаторы, тематический поиск	9	1	1	7
3.	Раздел 3. Информационные ресурсы сети Internet. Зарубежные источники информации по химии и смежным областям	31	5	5	21
3.1	Обзор существующих зарубежных информационных источников в области химии, химической технологии и смежных наук	9	1	1	7
3.2	Информационные возможности ScienceDirect и электронного издания Американского химического общества	11	2	2	7
3.3	Зарубежные информационные системы агрегаторы научно-технической информации	11	2	2	7
4.	Раздел 4. Источники патентной информации	22	4	4	14
4.1	Основные понятия объектов интеллектуальной собственности	11	2	2	7
4.2	Отечественные и зарубежные автоматизированные информационно-поисковые системы патентной информации	11	2	2	7
5.	Раздел 5. Интернет как технология и информационный ресурс	20	4	4	12
5.1	Интернет как технология	10	2	2	6
5.2	Поисковые системы и энциклопедические порталы	10	2	2	6
	ИТОГО	108	17	17	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и термины. Государственная система научно-технической информации. Информационные издания и Базы данных.

1.1. Общие сведения, определения, понятия в области информационных технологий и информационных систем. Рассеяние и старение информации. Специфика информации по химии и химической технологии. Информационные системы (ИС) и информационные

технологии. Структура и классификация ИС. Этапы развития информационных технологий. Виды информационных технологий. Информационные ресурсы. Автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС). Диалоговые поисковые системы: основные функции и возможности, способы доступа. Основные компоненты телекоммуникационного доступа к ресурсам АИПС. Алгоритм информационного поиска в режиме теледоступа. Выбор лексических единиц, использование логических и позиционных операторов. Информационно-поисковый язык. Логика и стратегия поиска.

1.2. Реферативные журналы. Описание основных существующих баз данных. Реферативные журналы: Реферативный журнал «Химия», «Chemical Abstracts». Структура, указатели, алгоритмы различных видов поиска. Базы данных (БД). Банки данных. Структура, функции, назначение. Типы баз данных и банков данных.

Раздел 2. Информационные ресурсы сети Internet. Отечественные источники информации по химии и смежным областям.

2.1. АИПС Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) и АИПС STN-International. Основные Базы данных ВИНИТИ. Предметное содержание и наполнение. Структура документов в БД ВИНИТИ. Информационно-поисковый язык. Поисковая стратегия. Информационно-поисковая система STN-International. Особенности АИПС STN-International. Организация и возможности поиска. Различные виды поиска: (STN-easy, STN Express, STN on the Web и др.).

2.2. Виды источников информации, индексы цитирования, классификаторы, тематический поиск. Знакомство с основными видами источников информации: монографии, диссертации, авторефераты, статьи, патенты, депонированные рукописи, тезисы конференций, сетевые публикации, стандарты и т.п. Особенности оформления ссылок на данные источники. Использование отечественных баз данных РГБ, ГПНТБ, ВИНИТИ, РНБ и др. Использование возможностей библиотеки eLibrary. Индексы цитирования. Тематический поиск.

Раздел 3. Информационные ресурсы сети Internet. Зарубежные источники информации по химии и смежным областям.

3.1. Обзор существующих зарубежных информационных источников в области химии, химической технологии и смежных наук. Информационные порталы и сайты электронных изданий: сайт электронных журналов Американского химического общества, портал Informaworld издательства TAYLOR&FRANCIS, информационный портал SCIENCE DIRECT издательства ELSEVIER, порталы издательств SPRINGER, WILEY&SONS и др.

3.2. Информационные возможности Science Direct и электронного издания Американского химического общества. Science Direct: поисковый интерфейс, поисковый язык, наукометрические функции, дополнительные функции. Электронные издания Американского химического общества. Общая характеристика. Информационные и поисковые возможности. Понятие DOI. Поисковый язык.

3.3. Зарубежные информационные системы агрегаторы научно-технической информации. Агрегаторы научно-технической информации Reaxys, Web of Science, Scopus, Google Academy. Индексы цитирования. Тематический поиск.

Раздел 4. Источники патентной информации.

4.1. Основные понятия объектов интеллектуальной собственности. Понятие объектов интеллектуальной собственности. Патентная документация как информационный массив. Основные понятия и определения в области патентования. Объекты изобретений. Патентное законодательство. Международная патентная классификация (МПК). Патентный поиск. Особенности и виды поиска.

4.2. Отечественные и зарубежные автоматизированные информационно-поисковые системы патентной информации. Характеристика, организация, возможности поиска. БД Федерального института промышленной собственности (ФИПС). Состав и возможности

доступа. Структура патентного документа в БД. БД Американского патентного ведомства United States Patent and Trademark Office (USPTO). Состав БД USPTO. Возможности доступа. Структура патентного документа в БД. БД ESPACENET. Коллекция патентных БД ESPACENET. Возможности доступа. Структура патентного документа в БД. Виды и возможности поиска.

Раздел 5. Интернет как технология и информационный ресурс.

5.1. Интернет как технология. Использование технологии вебинаров в учебном процессе. Совместная работа над документами и организации совместного онлайн пространства для научной работы. Эффект самоорганизации в глобальной компьютерной сети. Характеристика социальных сетей. Понятие о блогосфере. Использование систем контроля версий GitHub. Виды поисковых машин. Структура и принцип работы поисковых машин.

5.2. Поисковые системы и энциклопедические порталы. Поисковая система Google. Приемы поиска информации. Сервисы портала Google. Электронная почта Gmail и сервис GoogleTalk. Поиск научной информации в GoogleScholar. Автоматический переводчик веб-страниц. Энциклопедические порталы Интернет. Технология Wiki. История возникновения и структура свободной энциклопедии Wikipedia.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
Знать:						
1	– основные составляющие информационного обеспечения процесса сопровождения научной деятельности, понятия и термины	+				+
2	– основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;		+	+	+	
3	– общие принципы получения, обработки и анализа научной информации	+				+
Уметь:						
4	– выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей	+				+
5	– находить профильную информацию в различных отечественных и зарубежных информационных массивах		+	+	+	
6	– обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации		+	+	+	
Владеть:						
7	– знаниями о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними	+				
8	– практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий		+	+	+	+
9	– основными подходами для анализа полученной данных и использования их в своей профессиональной деятельности					+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК				
10	– УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	- УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.		+	+	+

11	– УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	– УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные	+					+
		– УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)		+	+	+	+	
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК						
12	– ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации.	- ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+	+	+	
			+	+	+	+	+	
		– ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации.	+	+	+	+	+	

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 «*Информационные технологии в НИОКР*».

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 24 балла (максимально по 2 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Алгоритм информационного поиска в режиме удаленного доступа. Командный язык. Инфологическая модель. Выбор лексических единиц, использование логических и позиционных операторов. Составление логики и стратегии поиска.	1
2	1	Реферативный журнал «Химия», «Chemical Abstracts».	1
3	2	Централизованная система баз данных ВИНТИ. Организация и представление данных, критерии и режим поиска, командный язык. Информационно-поисковая система – STN-International.	1
4	2	Отечественные базы данных РГБ, ГПНТБ, РНБ и др. Электронная наукометрическая библиотека eLibrary.	1
5	3	Электронные ресурсы издательства ELSEVIER, платформа ScienceDirect	1
6	3	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	1
7	3	Информационные порталы и сайты электронных изданий: сайт электронных журналов Американского химического общества, портал Informaworld издательства TAYLOR&FRANCIS, WILEY&SONS и др.	2
8	3	Агрегаторы научно-технической информации Reaxys, Google Academy.	1
9	3	Реферативная наукометрическая база данных Scopus	1
10	3	Реферативная наукометрическая база данных Web of Science	1
11	4	Порядок и алгоритм проведения патентных исследований. Автоматизированные	2

		информационно-поисковая система патентной документации Федерального института промышленной собственности (FIPS), структура Международной патентной классификации Б/Д	
12	4	Работа с патентной базой данных <u>USPTO</u> и коллекцией баз данных EP. <u>ESPACENET</u>	1
13	5	Информационные ресурсы Интернет: технологии вебинаров, совместная работа над документами и организации совместного онлайн пространства, блогосфера, социальные сети	2
14	5	Поисковая система Google. Сервисы портала Google. Электронная почта Gmail и сервис GoogleTalk. Поиск научной информации в GoogleScholar. Технология Wiki	1

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

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

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в 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 21 балл), лабораторных работ (максимальная оценка 24 балла), написание реферата (максимальная оценка 15 баллов) и итогового контроля в форме *Зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Тема реферата обычно совпадает с темой выпускной квалификационной работы магистранта (по согласованию с преподавателем).

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по 2-4 разделам). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 7 баллов за каждую, всего 21 балл.

Раздел 1.

Контрольных работ не предусмотрено.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 1 задание.

Задание 1. Выполнить поиск информации в российских источниках (ВИНИТИ, РГБ, eLibrary, STN-International) по заданным темам (найти по 3-4 публикации из каждого источника, итого не менее 10-15 публикаций):

1. Электролитические покрытия цинка / железо с высоким содержанием железа
2. Электроосаждение блестящих цинковых покрытий из сульфатного электролита
3. Электроосаждение медных и цинковых покрытий из электролитов на основе аминотриса (гидроксиметил)метана
4. Элементный состав и структура покрытий, нанесенных из электролитов цинкования на поверхность фольги электролитической меди
5. Влияние состава электролита и условий электролиза на формирование композиционных электрохимических покрытий с матрицей из цинка и никеля

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 1 задание.

Задание 1. Выполнить поиск информации в зарубежных источниках (SCIENCE DIRECT, TAYLOR&FRANCIS, SPRINGER, Reaxys, Web of Science, Scopus, Google Academy) по заданным темам (найти по 2-4 публикации из каждого источника, итого не менее 10-15 публикаций):

1. Керамические пленки TiO_2 , полученные микроплазменным окислением.

Key words: Micro-plasma oxidation, TiO_2 ceramic films, Photocatalytic activity

2. Синтез TiO_2 керамических мембран.

Key words: Perovskites, TiO_2 ceramic membrane, Sol-gel method

3. Прозрачная керамика и стекло-керамические материалы для броневоего применения.

Key words: Transparent ceramic, стекло-керамика

4. Структура стеклокерамики из железо-никелевых отходов.

Keywords: Iron-reach glass-ceramic, Vitrification, Structure

5. Керамические и стеклокерамические лазеры.

Keywords: ceramic, glass-ceramic, lasers

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 1 задание.

Задание 1. Выполнить поиск патентной информации в российской и зарубежных патентных базах (FIPS, USPTO, EP.ESPACENET) по теме, по автору, по данным патента (по № патента или по рубрике МПК). Найти необходимые патенты, писать библиографическое описание каждого патента и при возможности, скачать полнотекстовый документ

Вариант 1

Провести поиск: по теме, по автору, патентный (по № патента или по рубрике МПК)

Механосинтез композиционных нанопорошков .

Сакардина Е.А.

МПК А61К 33/26

Вариант 2

Провести поиск: по теме, по автору, патентный (по № патента или по рубрике МПК)

Очистка оборотных растворов выщелачивания от фосфатов и фторидов.

Школьник В. С.
МПК А61К 33/10

Вариант 3

Провести поиск: по теме, по автору, патентный (по № патента или по рубрике МПК)

Фосфатный адсорбент.

Жарменов А. А.

Пат. 2549845 Россия

Вариант 4

Провести поиск: по теме, по автору, патентный (по № патента или по рубрике МПК)

Получение сжатого осушенного газа.

Кириченко А. С.

МПК А61Р 13/12

Вариант 5

Провести поиск: по теме, по автору, патентный (по № патента или по рубрике МПК)

Получение гранулированного без связующего цеолита NaY.

Беспалов В. П.

Пат. 2539984

Раздел 5.

Контрольных работ не предусмотрено.

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

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса (вопросы 1,2 – максимально по 15 баллов за вопрос, вопрос 3 – максимально 10 баллов).

Примеры вопросов №1,2. Максимальная оценка 15 баллов.

1. Понятие первичного источника информации. Примеры первичных источников научной информации.
2. Основные бизнес-модели научных журналов.
3. Основные индексы цитирования, правила расчета.
4. Правила составления поисковых запросов. Использование логических операторов.
5. Платформа Web of Science. Основные и дополнительные инструменты.
6. Понятие наукометрической базы данных. Основные показатели публикационной активности ученого.
7. Библиоменеджер Mendeley. Основные возможности. Плагин для браузера и приложения MS Word.
8. Преимущества использования библиоменеджеров для автоматического формирования списка литературы.
9. Правила оформления библиографического описания документа.
10. Объекты патентного права. Критерии патентоспособности.
11. Международная патентная классификация. Структура, особенности.
12. Виды патентного поиска.
13. Основные патентные базы данных.

Примеры вопросов №3. Максимальная оценка 10 баллов.

1. Основным показателем влиятельности научного журнала является:
 - Индекс Хирша

- Импакт-фактор
 - РИНЦ
 - G-индекс
2. Основным показателем влиятельности ученого/группы ученых является:
- Индекс Хирша
 - Импакт-фактор
 - РИНЦ
 - G-индекс
3. Выберите государственный стандарт, регламентирующий написание библиографического описания документа
- ГОСТ 7-53-88
 - ГОСТ Р 7-0-100 – 2018
 - ГОСТ 7-12-93
 - ГОСТ 7-60 – 2003
4. Из предложенного перечня выберите первичные источники научной информации
- Научная статья
 - Монография
 - Реферат
 - Депонированная рукопись
5. Из предложенного перечня выберите все государственные стандарты, входящие в систему стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу (СИБИД)
- ГОСТ Р 8-524 – 2016
 - ГОСТ Р 7-0-100 – 2018
 - ГОСТ Р 524-02 – 2019
 - ГОСТ 7-60 – 2003
6. Из предложенного перечня выберите все индексы цитирования, рассчитываемые для ученого/группы ученых
- Импакт-фактор
 - Индекс Хирша
 - CiteScore
 - Science Index
7. В каком случае запрещено использование чужого результата интеллектуальной деятельности (РИД)
- Проведение научного исследования РИД
 - Использование РИД с целью получения дохода
 - Использование РИД в личных целях, не связанное с получением дохода
 - Использование РИД в домашних целях
8. В каком законодательном акте закреплены правовые основы защиты интеллектуальной собственности в РФ?
- Уголовный кодекс РФ
 - Гражданский кодекс РФ
 - Семейный кодекс РФ
 - Конституция РФ
9. Какая часть заявки на изобретение является необязательной?
- Заявление о выдаче патента
 - Чертежи, рисунки
 - Описание изобретения
 - Формула изобретения
10. Из предложенного перечня выберите все результаты интеллектуальной

- деятельности, на которые можно получить патент
- Установка для получения мембран со смешанной матрицей.
 - Топология интегральных микросхем.
 - Способ получения тетрафторгалогенбензолов.
 - Способ клонирования человека.
11. Из предложенного перечня выберите критерии патентоспособности изобретения
- Новизна
 - Оригинальность
 - Изобретательский уровень
 - Промышленная применимость
12. Из предложенного перечня выберите результаты интеллектуальной деятельности, которые не могут являться объектами патентного права
- способы клонирования человека и его клон;
 - использование человеческих эмбрионов в промышленных и коммерческих целях;
 - детали, агрегаты, узлы установок и машин
 - результаты интеллектуальной деятельности, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине **«Информационные технологии в НИОКР»** проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-5 рабочей программы дисциплины. Билет **зачета с оценкой** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ИКТ (Должность, наименование кафедры)</p> <p>_____ <u>Кольцова Э.М.</u> (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра информационных компьютерных технологий</p>
	<p>28.04.02 Наноинженерия Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»</p>
	<p>Информационные технологии в НИОКР</p>
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Правила составления поисковых запросов. Использование логических операторов.</p> <p>2. Международная патентная классификация. Структура, особенности.</p> <p>3. Из предложенного перечня выберите все индексы цитирования, рассчитываемые для ученого/группы ученых</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Импакт-фактор <input type="checkbox"/> Индекс Хирша <input type="checkbox"/> CiteScore <input type="checkbox"/> Science Index 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Филиппова Е.Б., Савицкая Т.В. Методические рекомендации по выполнению и подготовке к защите выпускных квалификационных работ студентов факультета информационных технологий и управления: учебное пособие. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 28 с.
2. ГОСТ Р 7.0.100 – 2018 – Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.
3. Жарова, А. К. Интеллектуальное право. Защита интеллектуальной собственности : учебник для вузов / А. К. Жарова ; под общей редакцией А. А. Стрельцова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 379 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14593-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488773> (дата обращения: 27.04.2022).

Б. Дополнительная литература

1. Василенко Е.А., Рожкова О.Е., Мещерякова Т.В., Дикая Е.А. Информационные системы и базы данных в области химии: учеб. Пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 188 с.
2. ГОСТ Р 15.011- 96 - Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.
3. **Номер методички: 4125** | Поиск патентной информации [Текст]: учебное пособие / Сост.: Т.В. Мещерякова, Е.А. Василенко, М.А. Сиротина и др. - М.: РХТУ. Издат. центр, 2002. - 48 с [Электронная копия доступна только в компьютерном и читальных залах ИБЦ](#)

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению практических заданий.
- Инструкции по технике безопасности в компьютерном классе.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии» ISSN 1560-9596
- Журнал «Информатика и образование» ISSN 0234-0453
- Журнал «Кибернетика и программирование» ISSN 2306-4196
- Журнал «Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология» ISSN 0579-2991
- Журнал «Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт» ISSN 0233-5727
- Журнал «Теоретические основы химической технологии» ISSN 0040-3571
- Журнал «Химия в интересах устойчивого развития» ISSN 0869-8538
- Журнал «Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность» ISSN 0201-7069
- Журнал «Патенты и лицензии. Интеллектуальные права» ISSN 2413-5631

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.viniti.ru/>
- <https://www.sciencedirect.com/>
- <https://www.scopus.com/>
- <https://apps.webofknowledge.com/>
- <https://www1.fips.ru>

- <https://www.uspto.gov/>
- <https://worldwide.espacenet.com/>
- <http://www.chem.msu.ru/rus/library/> Информационный портал химфака МГУ

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 14 (общее число слайдов – 150);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 130);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 80).

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 01.01.2022 составляет 1719785 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 *«Информационные технологии в НИОКР»* проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер, проектор, экран) и учебной мебелью; рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в сеть Интернет.

На кафедре информационных компьютерных технологий имеется 3 компьютерных класса в составе 20+16+16 персональных компьютеров с выходом в сеть Интернет.

На кафедре также имеются ноутбук, проектор и экран для демонстрации презентационных материалов лекций.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебные пособия по дисциплине. Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса. Демонстрационный материал по курсу лекций.

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

Персональные компьютеры, с установленными операционными системами Linux или Windows 7, 8, 10; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: конспект лекций по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронный конспект лекций по дисциплине, электронные презентации по темам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	Неограниченно	бессрочно
2.	Интернет-браузер Firefox	Бесплатный	Неограниченно	бессрочно
3.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Неограниченно	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Основные понятия и термины. Государственная система научно-технической информации. Информационные издания и Базы данных.</p>	<p><i>Знает:</i> – основные составляющие информационного обеспечения процесса сопровождения научной деятельности, понятия и термины; – общие принципы получения, обработки и анализа научной информации;</p> <p><i>Умеет</i> – выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей;</p> <p><i>Владеет:</i> – знаниями о современных автоматизированных информационно-поисковых системах (АИПС), их возможностях, способах взаимодействия с ними;</p>	<p>Оценки за лабораторные работы</p>
<p>Раздел 2. Информационные ресурсы сети Internet. Отечественные источники информации по химии и смежным областям.</p>	<p><i>Знает:</i> – основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;</p> <p><i>Умеет</i> – находить профильную информацию в различных отечественных информационных массивах; – обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации;</p> <p><i>Владеет:</i> – практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;</p>	<p>Оценки за лабораторные работы; Оценка за контрольную работу №1</p>
<p>Раздел 3. Информационные ресурсы сети Internet. Зарубежные источники информации по химии и смежным областям.</p>	<p><i>Знает:</i> – основные отечественные и зарубежные источники профильной информации;</p> <p><i>Умеет</i> – находить профильную информацию в различных зарубежных информационных массивах; – обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации;</p> <p><i>Владеет:</i> – практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий;</p>	<p>Оценки за лабораторные работы; Оценка за контрольную работу №2</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 4. Источники патентной информации.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные отечественные и зарубежные источники профильной информации; <p><i>Умеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – находить профильную информацию в различных отечественных и зарубежных информационных массивах; – обрабатывать и анализировать данные с целью выявления релевантной информации; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий; 	<p>Оценки за лабораторные работы; Оценка за контрольную работу №3</p>
<p>Раздел 5. Интернет как технология и информационный ресурс.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – общие принципы получения, обработки и анализа научной информации; <p><i>Умеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выделять конкретные информационные технологии, необходимые для информационного обеспечения различных научных потребностей; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками информационного поиска с помощью технологий телекоммуникационного доступа и Интернет-технологий; – основными подходами для анализа полученной данных и использования их в своей профессиональной деятельности. 	<p>Оценки за лабораторные работы; Оценка за реферат</p> <p>Оценка за <i>зачет</i></p>

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Информационные технологии в НИОКР»**

**основной образовательной программы
18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии**

код и наименование направления подготовки (специальности)

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

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование технологических и природных систем»

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«25» мая 2022 г.

Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена: профессором кафедры кибернетики химико-технологических процессов (КХТП), д.т.н. Дороховым И.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол №7.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом

преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Моделирование технологических и природных систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули) учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, вычислительной математики, макрокинетики химических процессов, процессов и аппаратов химической технологии, общей и неорганической химии, органической химии.

Цель дисциплины – научить магистранта активно применять методы моделирования технологических и природных для решения конкретных задач при обработке экспериментальных данных, оптимизации, прогнозировании свойств, моделировании и управлении химико-технологическими процессами, создании новых технологий и технологических аппаратов.

Задачи дисциплины: сформировать у магистранта способности самостоятельно применять методы моделирования технологических и природных систем для решения конкретных инженерно-технологических проблем.

Курс «Моделирование технологических и природных систем» в соответствии с учебным планом подготовки магистра преподается в первом 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 универсальных компетенций и индикаторов их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации</p> <p>УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке</p> <p>УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач</p>
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>УК-2.1 Знает теоретические основы и основные принципы управления проектами</p> <p>УК-2.2 Умеет организовать реализацию и обеспечить контроль за ходом выполнения проекта</p> <p>УК-2.3 Владеет навыками управления инновационными проектами в производственной сфере</p>

профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и инновационный				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и</p>	<p>ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их.</p>	<p>ПК-1.2 Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности.</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

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
инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.	других областей техники.			
– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности,	– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе; – наноматериалы, процессы	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов нанотехнологии	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей эффективности в своей профессиональной деятельности ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-

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
<p>обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологий – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>		<p>параметров технологических процессов ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности</p>	<p>конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные положения моделирования технологических и природных систем;
- базовые понятия систем искусственного интеллекта;
- основные методы представления знаний: системы продукции, семантические сети, фреймы, логические модели, нейронные сети;
- основные методы инженерии знаний: извлечение, приобретение и формирование знаний;
- основные характеристики, классификацию и методы разработки экспертных систем.

Уметь:

- применять методы моделирования технологических и природных систем для решения практических задач в химической технологии;
- создавать компьютерные программы, вычислительный процесс которых базируется на методах и средствах моделирования технологических и природных систем.

Владеть:

- концептуальными подходами к решению прикладных проблем с позиций моделирования технологических и природных систем;
- приемами построения генетических алгоритмов для решения прикладных задач в химической технологии.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,50	18	13,5
Самостоятельная работа	3,06	110	82,5
Контактная самостоятельная работа	3,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		109,6	82,2
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
	Введение	1	0,5		
	Раздел 1. Термодинамические основы моделирования технологических и природных систем.				
1.1	Параметры и функция состояния.	4	0,5	0,5	2
1.2	Экстенсивные и интенсивные величины.	4	0,5	0,5	2
1.3	Полный дифференциал функции двух переменных.	4	0,5	0,5	2
1.4	Функции Пфаффа.	5	0,5	0,5	2
1.5	Однородные функции.	6	0,5	0,5	4
1.6	Преобразования Лежандра.	4	0,5	0,5	2
1.7	Равновесный и неравновесный процесс.	4	0,5	0,5	2
1.8	Обратимый и необратимый процесс.	6	0,5	0,5	2
1.9	Тепловая и холодильная машина.	7	2	1	4
	Раздел 2. Моделирование неоднородных систем.				
2.1	Нулевое, первое и второе начало термодинамики..	6	0,5	0,5	4
2.2	Термодинамические функции состояния..	6	0,5	0,5	4
2.3	Уравнения состояния.	7	0,5	0,5	6
2.4	Индуктивный и дедуктивный метод исследования.	4	0,5	0,5	4
2.5	Пространственно-неоднородные системы.	6	0,5	0,5	6
2.6	Обобщенный вид закона сохранения и превращения энергии..	7	0,5	0,5	6
2.7	Классы процессов, протекающих в неоднородных средах.	7	0,5	0,5	6
2.8	Парциальная энергия равновесной и неравновесной системы.	7	0,5	0,5	6
2.9.	Энергоперенос и энергопревращение.	6	0,5	1	6
	Раздел 3. Основные положения теории скалярных и векторных полей.				
3.1.	Теория скалярного поля.	8	0,5	1	6
3.2	Теория векторного поля.	8	1	1	6
3.3	Вывод формул для термодинамических сил.	5	1	2	4

3.4	Связь между локальными и глобальными параметрами термодинамической системы.	4	1	1	4
3.5	Исключение диссипативных членов из уравнений баланса энергии.	4	1	1	4
	Раздел 4. Принципы моделирования произвольных форм движения.				
4.1.	Универсальный показатель совершенства преобразования энергии.	4	1	1	4
4.2.	КПД установки преобразования энергии.	4	1	1	6
4.3.	Критерии подобия преобразования энергии.	4	1	1	6
	Всего часов	144	16	18	110

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение.

Системный подход и методы моделирования в методологии естествознания. Индуктивный и дедуктивный принцип научного исследования. Структура курса. Учебная и ознакомительная литература.

Раздел 1. Термодинамические основы моделирования технологических и природных систем.

1.1. Параметры и функции состояния. Макроскопические параметры состояния. Внешние и внутренние параметры. Состояние системы. Функция состояния. Стационарное состояние. Равновесное состояние.

1.2. Экстенсивные и интенсивные величины. Изолированная система. Исходный постулат равновесной термодинамики. Уравнения состояния.

1.3. Полный дифференциал функции двух переменных. Полное и частное приращение функции. Графическое представление приращения функции. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции.

1.4. Функции Пфаффа. Голономная форма функции Пфаффа. Неголономная функция Пфаффа.

1.5. Однородные функции. Однородная функция 1-го порядка. Однородная функция нулевого порядка. Связь между однородностью и экстенсивностью функции. Теорема Эйлера.

1.6. Преобразование Лежандра.

1.7. Равновесный и неравновесный процесс. Квазистатический процесс. Противоречивость понятия равновесного процесса. Диаграмма равновесного процесса. Цикл.

1.8. Обратимый и необратимый процесс. Примеры необратимых процессов.

1.9. Тепловая и холодильная машина. Цикл тепловой машины. Цикл Карно. Круговой цикл холодильной машины.

Раздел 2. Моделирование неоднородных систем.

2.1. Нулевое, первое и второе начало. Связь нулевого начала с температурой. Аналитическое выражение нулевого начала - закона сохранения энергии. Введение Клаузиусом энтропии. Полная теплота тела и понятие внутренней энергии. Природа теплоты.

2.2. Термодинамические функции состояния. Характеристические функции.

2.3. Уравнения состояния. Канонические, термические, калорические уравнения состояния. Общие условия равновесия.

2.4. Индуктивный и дедуктивный метод исследования. Утрата равновесной термодинамикой своей исключительности. Два основных постулата энергодинамики.

2.5. Пространственно неоднородные системы. Неаддитивность свойств неоднородных систем.

2.6. Обобщенный вид закона сохранения и превращения энергии. Особенность классификации сил в термодинамике. Понятие результирующей силы и результирующего перемещения. Классификация видов работ: упорядоченные, неупорядоченные, диссипативные.

2.7. Классы процессов, протекающих в неоднородных средах. Введение экстенсивных параметров пространственной неоднородности. Закон сохранения энергии неоднородной системы в виде математического тождества. Число независимых координат состояния неоднородной системы.

2.8. Парциальная энергия равновесной и неравновесной системы. Принцип аддитивности парциальных энергий для неоднородных систем. Соотношение Гиббса-Дюгема для неоднородных систем.

2.9. Энергоперенос и энергопревращение. Аналитические выражения упорядоченных и неупорядоченных работ в термостатических переменных.

Раздел 3. Основные положения теории скалярных и векторных полей.

3.1. Теория скалярного поля. Производная по направлению скалярного поля. Поверхность уровня скалярного поля. Градиент скалярного поля.

3.2. Теория векторного поля. Векторная линия. Дифференциальные уравнения векторных линий. Поток вектора через поверхность. Поток вектора через замкнутую поверхность. Дивергенция. Теорема Остроградского-Гаусса. Циркуляция векторного поля. Ротор векторного поля. Теорема Стокса. Потенциал векторного поля. Соленоидальное векторное поле.

3.3. Вывод формул для термодинамических сил. Закон сохранения энергии в форме Н.Умова. Термодинамические силы и потоки.

3.4. Связь между локальными и глобальными параметрами термодинамической системы.

3.5. Исключение диссипативных членов из уравнений баланса энергии неоднородной системы. Энергодинамическое обобщение 3-го закона Ньютона. Аналитические выражения движущих сил разнородных процессов.

Раздел 4. Принципы моделирования произвольных форм движения Единство процессов переноса и преобразования энергии.

4.1. Универсальный показатель совершенства преобразования энергии. Существо механизма преобразования энергии. Электрическая схема замещения энергопреобразующей системы.

4.2. КПД установки преобразования энергии. Антисимметрические соотношения взаимности для энергопревращения.

4.3. Критерии подобия процессов преобразования энергии. Холостой ход и короткое замыкание. Критерий добротности. Критерий нагрузки. Критерий энергопревращения.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции	1	2	3	4
	Знать:				
1	- основные положения моделирования технологических и природных систем;	+	+	+	+
2	- базовые понятия термодинамических и природных систем;	+	+	+	+
3	- основные методы термодинамического анализа природных систем;	+	+	+	
4	- основы математического аппарата термодинамических систем;	+	+	+	+
5	- основные характеристики, классификацию и методы энергетического анализа природных систем;	+	+	+	+
	Уметь:				
6	- применять методы моделирования технологических и природных систем для решения практических задач в химической технологии;	+	+	+	+
7	- создавать компьютерные программы, вычислительный процесс которых базируется на методах и средствах моделирования технологических и природных систем;	+	+	+	+
	Владеть:				
8	- концептуальными подходами к решению прикладных проблем с позиций моделирования технологических и природных систем;	+	+	+	+

9	- приемами построения концептуальных и модельных схем анализа для решения прикладных задач в химической технологии.		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения						
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	1	2	3	4
10	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач	+	+	+	+
11	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Знает теоретические основы и основные принципы управления проектами УК-2.2 Умеет организовать реализацию и обеспечить контроль за ходом выполнения проекта УК-2.3 Владеет навыками управления инновационными проектами в производственной сфере	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения						
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	1	2	3	4
12	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области нанотехнологий и решать их.	ПК-1.2 Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности.	+	+	+	+
			+	+	+	+
13	ПК-3. Способен к анализу	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей	+	+	+	+

технологических процессов наноиндустрии	эффективности в своей профессиональной деятельности ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	+	+	+	+
		+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ
1	1,2,3,4	Расчет механической силы в поступательном движении. (2 часа).
2		Расчет центробежной силы вращательного движения. (2 часа).
3	1,2,3,4	Расчет гравитационной силы.(2 часа).
4	1,2,3,4	Расчет электростатической силы. (2 часа).
5	1,2,3,4	Расчет термической силы.(2 часа).
6	1,2,3,4	Расчет гидродинамической силы. (2 часа).
7	1,2,3,4	Расчет коэффициента молекулярной диффузии. (2 часа).
8	1,2,3,4	Расчет движущей силы лучистого энергообмена. (2 часа).
9	1,2,3,4	Расчет химического сродства для гомогенной реакции. (2 часа).
		Итого: 18 часов

6.2. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

– регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению лабораторных работ по разделам дисциплины;

– изучение рекомендованной литературы и работ с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;

– посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

8.1. Темы и примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины.

Для текущего контроля предусмотрена реферативно-аналитическая работа по рабочей программе дисциплины в количестве 3-х заданий. Максимальная оценка составляет 20 баллов за каждую работу.

РАЗДЕЛЫ 1 – 4.

Контрольная работа №1. Универсальность закона сохранения энергии
Максимальная оценка – 20 баллов.

РАЗДЕЛЫ 5 – 7.

Контрольная работа №2. Сила как мера неоднородности системы.
Максимальная оценка – 20 баллов.

РАЗДЕЛЫ 8 – 9.

Контрольная работа №3. Энергодинамический анализ процессов преобразования различных форм энергии.
Максимальная оценка – 20 баллов.

8.2. Отчеты по лабораторным работам для текущего контроля освоения дисциплины

Лабораторные работы не предусмотрены.

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

Максимальное количество баллов за зачет – 40 баллов. Билет содержит два теоретических вопроса, относящихся к разным разделам дисциплины. Максимальная оценка за первый теоретический вопрос – 20 баллов, за второй теоретический вопрос – 20 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины

1. Термодинамическая система (ТС). Виды ТС. Состояние ТС и параметры состояния ТС. Уравнение состояния ТС. Функция состояния ТС. Равновесное состояние ТС. Примеры.
2. Термодинамический процесс (ТП). Равновесный и неравновесный ТП. Противоречивость понятия равновесного ТП.
3. Обратимый и необратимый термодинамический процесс (ТП). Прямой и обратный цикл в равновесной термодинамике.
4. Понятия теплоты и работы в равновесной термодинамике. Неопределенность в понятии энергии.
5. Нулевое, 1-е, 2-е, 3-е начало термодинамики.
6. Метод термодинамических циклов равновесной термодинамики. Тепловая и холодильная машина.
7. Метод термодинамических потенциалов равновесной термодинамики.
8. Предмет изучения и научная парадигма эргодинамики. Пространственно неоднородная термодинамическая система.
9. Классификация сил и понятие результирующей силы в эргодинамике.
10. Основные постулаты (аксиомы) эргодинамики.
11. Классификация процессов в эргодинамике. Координаты состояния термодинамической системы. Теорема о числе независимых координат состояния термодинамической системы.
12. Параметры пространственной неоднородности в эргодинамике. Классы неравновесных процессов.
13. Энергия неоднородной изолированной системы как функция параметров неоднородности.
14. Парциальная энергия поливариантной термодинамической системы и принцип аддитивности парциальной энергии.
15. Парциальная энергия пространственно неоднородной системы. Таблицы выражений упорядоченных и неупорядоченных парциальных энергий (работ).
16. Введение понятия времени, потока энергии и потока энергоносителя в закон сохранения энергии.
17. Исключение диссипативных членов из уравнений баланса энергии.

18. Виды условий однозначности, дополняющих основное тождество энергодинамики.
19. Что нового привносит энергодинамика в учение об энергии.
20. Понятие энергодинамической силы как удельной силы, отнесенной к единице переносимого энергоносителя. Отличие активных сил от термодинамических сил релаксации.
21. Таблица аналитических выражений движущих сил разнородных процессов.
22. Энергоперенос и энергопревращение. Отличие работы переноса от работы превращения при использовании энергодинамических сил.
23. Аналитические выражения для неупорядоченного энергообмена.
24. Аналитические выражения для упорядоченного энергообмена.
25. Единство процессов переноса и преобразования энергии на основе представления Н.Умова закона сохранения энергии.
26. Универсальный показатель совершенства преобразователей энергии.
27. Абсолютный КПД как мера неравновесности источника энергии.
28. Мощностной КПД установки.
29. Антисимметрические соотношения взаимности для энергопревращения.
30. Критерии подобия процессов преобразования энергии.

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1 семестр)

Зачет с оценкой по дисциплине включает контрольные задания по разделам учебной программы дисциплины. Билет включает 2 теоретических вопроса

Максимальная оценка – 40 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

"Утверждаю"
Зав. каф. КХТП
Глебов М.Б.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –

«__» ____ 20__ г.

«Материалы и технологии наноинженерии»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

БИЛЕТ № 1

1. Термодинамическая система (ТС). Виды ТС. Состояние ТС и параметры состояния ТС. Уравнение состояния ТС. Функция состояния ТС. Равновесное состояние ТС. Примеры. (20 баллов)
2. Введение понятия времени, потока энергии и потока энергоносителя в закон сохранения энергии.(20 баллов)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Дорохов И.Н. Системный анализ природных и технологических процессов. Учеб. Пособие. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2022. 260 с..

Б) Дополнительная литература:

1. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. – 2-е изд., перераб. и доп., – Москва. Издательство Юрайт, 2020. 499с. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/455509> (дата обращения: 26.04.2022).

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Химическая технология», ISSN – 1684-5811;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354;
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- конспекты лекций в формате *.pdf – 16;
- демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям;
- предустановленное лицензионное программное обеспечение в компьютерном классе (Windows 7, Microsoft Office 2010).

Имеются дополнительные средства для изучения дисциплины: электронные учебные пособия, библиотека программ для решения уравнений

моделей, задания к практическим занятиям (50 задач), задания к самостоятельным работам (50 задач).

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн.

- тематическая группа в социальной сети Вконтакте, доступ к групповым чатам (Discord, WhatsApp, Viber), к вебинарам (Discord, Zoom, webinar.ru), групповой электронной почте, онлайн-конференции в Skype.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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

В соответствии с учебным планом занятия проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 30 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для проведения практических и лабораторных занятий.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям.

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

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5. При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки. Все компьютеры объединены в единую локальную сеть и имеют доступ к глобальной сети Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	10	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License Номер лицензии 47837477	10	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля, оценки
Раздел 1. Термодинамические основы моделирования технологических и природных систем.	Знает: общее понятие термодинамической системы и ее свойства. Умеет: выполнять анализ и синтез термодинамических систем.. Владеет: методами анализа термодинамических систем.	Оценка на зачете.
Раздел 2. Моделирование неоднородных систем.	Знает: математический аппарат термодинамических систем. Умеет: применять математический аппарат термодинамических систем. Владеет: методологией математического аппарата термодинамических систем.	Оценка на зачете.

<p>Раздел 3. Основные положения теории скалярных и векторных полей.</p>	<p>Знает: типы термодинамических процессов. Умеет: пользоваться методикой анализа и синтеза термодинамических процессов. Владеет: методами расчета и проектирования термодинамических процессов.</p>	<p>Оценка на зачете.</p>
<p>Раздел 4. Принципы моделирования произвольных форм движения.</p>	<p>Знает: начала термодинамики. Умеет: использовать термодинамические функции состояния Владеет: приемами использования уравнений состояния.</p>	<p>Оценка на зачете.</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 в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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 РПД
«**Моделирование технологических и природных систем**»
основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа

«Материалы и технологии наноинженерии»

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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Методы оптимизации химико-технологических и
нанотехнологических систем»**

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена к.т.н., доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов В.А. Налетовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **28.04.02 Наноинженерия**, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой кибернетики химико-технологических процессов** РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **Методы оптимизации химико-технологических и нанотехнологических систем** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, вычислительной математики, физической химии, общей химической технологии, моделирования процессов в химической технологии, а также численных методов решения уравнений математических моделей химико-технологических процессов.

Цель дисциплины – овладение магистрантами системно-аналитическими принципами, теоретическими основами и методами оптимизации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.

Задачи дисциплины:

- изучение иерархической структуры химико-технологических систем, множеств варьируемых переменных и критериев для решения оптимизационных задач;
- изучение основных подходов к оптимизации химико-технологических систем;
- изучение принципа оптимальной организации химико-технологических систем;
- изучение методов оптимальной дифференциации функций системы между элементами;
- изучение стратегий решения оптимизационных задач;

Дисциплина «Методы оптимизации химико-технологических и нанотехнологических систем» преподаётся во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия.	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке

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: научно-исследовательский				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	<p>ПК-1.1. Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы</p> <p>ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности</p>	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования,	ПК-2.2. Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от

<p>определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации</p>	<p>для проведения научно-исследовательских работ</p>	<p>04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>
<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения</p>	<p>ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энергоресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей профессиональной деятельности ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

– принципы, теоремы и методы оптимизации сложных объектов химической технологии с непрерывным и периодическим режимом работы технологических аппаратов.

Уметь:

– практически применять приобретенные в процессе изучения дисциплины знания для решения задач оптимизации химико-технологических систем.

Владеть:

– вычислительной техникой, алгоритмами оптимизации и пакетами прикладных программ.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,88	68	51
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	1,41	51	38,25
Самостоятельная работа	2,12	76	57
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,12	76	57
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. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек-ции	ПЗ	СР
1.	Раздел 1. Особенности объекта оптимизации, варьируемые переменные, иерархия критериев, классификация подходов к оптимизации	4	2	-	2
1.1	Особенности химико-технологических систем	2	1	-	1
1.2	Классификация подходов к оптимизации химико-технологических систем	2	1	-	1
2.	Раздел 2. Элементы классического подхода к оптимизации ХТС	42	3	9	30
2.1	Постановка задачи оптимизации	9	0,5	2	6
2.2	Условная оптимизация	9	0,5	2	6
2.3	Методы геометрического и динамического программирования	16	1	3	12
2.4	Методы линейного и целочисленного программирования	9	1	2	6
3.	Раздел 3. Методы оптимальной организации систем	48	12	-	36
3.1	Основные положения и постулаты	16	4	-	12
3.2	Критерии организованности системы	12	3	-	9
3.3	Стратегии и алгоритмы решения оптимизационных задач	20	5	-	15
4.	Раздел 4. Решение практических оптимизационных задач	50	-	42	8
4.1	Вычислительные эксперименты по решению оптимизационных задач: газификация твердых горючих ископаемых	25	-	21	4
4.2	Вычислительные эксперименты по решению оптимизационных задач: конверсия синтез-газа	25	-	21	4
	ИТОГО	144	17	51	76
	Экзамен	36			
	ИТОГО	180			

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Особенности объекта оптимизации, варьируемые переменные, иерархия критериев, классификация подходов к оптимизации

1.1. Особенности химико-технологических систем. Множества варьируемых переменных в задачах энерго-ресурсосбережения в химико-технологических системах. Описание топологии систем.

1.2. Классификация подходов к оптимизации. Подходы к созданию энерго-ресурсосберегающих ХТС. Иерархия критериев.

Раздел 2. Элементы классического подхода к оптимизации ХТС

2.1. Постановка задачи оптимизации. Основные понятия. Формулировка задач одномерной и многомерной безусловной оптимизации. Классификация задач оптимизации. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функций одной и нескольких переменных. Формулировка задач линейного и целочисленного программирования.

2.2. Условная оптимизация. Понятие условного экстремума. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Задача оптимального распределения объема каскада реакторов

2.3. Методы геометрического и динамического программирования. Геометрическое программирование. Математическая формулировка принципа оптимальности в динамическом программировании. Задача оптимизации для каскада химических реакторов.

2.4. Методы линейного и целочисленного программирования. Понятие области решения. Симплекс-метод Данцига решения задачи линейного программирования. Метод искусственного базиса. Задача оптимальной организации производства продукции при ограничении запасов сырья. Пример решения задачи целочисленного программирования MILP.

Раздел 3. Методы оптимальной организации систем

3.1. Основные положения и постулаты. Понятие организованности системы. Развитие смысловых трактовок понятия энтропии. Основные положения и постулаты метода оптимальной организации систем. Иерархическая структура химико-технологической системы и ее представление с позиции теории информации.

3.2. Критерии организованности системы. Информационный и термодинамический КПД. Понятие фактора затрат. Весовой коэффициент.

3.3. Стратегии и алгоритмы решения оптимизационных задач. Вывод характеристики дифференциации функций ХТС. Оптимальная дифференциация функций многоцелевого процесса между потоками продуктов. Оптимальная организация системы в процессе ее элементного усложнения. Методы распределения затрат между потоками многопоточных элементов (теплообмен). Стратегия и алгоритм оптимальной организации ХТС с заданным типом и множеством элементов. Стратегия и алгоритм оптимальной организации ХТС в условиях неопределенности элементной и топологической структур.

Раздел 4. Решение практических оптимизационных задач

4.1. Вычислительные эксперименты по решению оптимизационных задач: газификация твердых горючих ископаемых. Постановка задачи. Оптимальная организация процесса.

4.2. Вычислительные эксперименты по решению оптимизационных задач: конверсия синтез-газа. Постановка задачи. Оптимальная организация процесса.

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, теоремы и методы оптимизации сложных объектов химической технологии с непрерывным и периодическим режимом работы технологических аппаратов	+	+	+	+
	Уметь:				
2	практически применять приобретенные в процессе изучения дисциплины знания для решения задач оптимизации химико-технологических систем	+	+	+	+
	Владеть:				
3	вычислительной техникой, алгоритмами оптимизации и пакетами прикладных программ	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
4	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия.	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	+	+	+	+
		УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
5	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в области реализации принципов энерго- и ресурсосбережения и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы	+	+	+	+
		ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований по ресурсосбережению и повышению эффективности в области профессиональной деятельности	+	+	+	+
6	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.2. Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ		+	+	+
7	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей энерго-ресурсоэффективности и рационального использования ресурсов в своей		+	+	+

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	профессиональной деятельности				
	ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов			+	+
	ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования материальных и энергетических ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности			+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	2.1	Оптимизация равновесных экзотермических реакций.	2
2	2.1	Оптимизация многосекционного адиабатического реактора.	2
3	2.2	Оптимизация многостадийных процессов.	3
4	2.3	Оптимизация периодического процесса фильтрации.	2
5	4.1	Оптимальная организация процесса газификации бурого угля.	21
6	4.2	Оптимальная организация процесса паровой конверсии синтеза газа.	21
		ИТОГО	51

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам;
- выполнение расчётно-графических работ согласно индивидуальному заданию;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- подготовку к сдаче зачёта по дисциплине.

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

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольной работы (максимальная оценка 20 баллов), практических заданий (максимальная оценка 40 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Темы и примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрена контрольная работа. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 20 баллов.

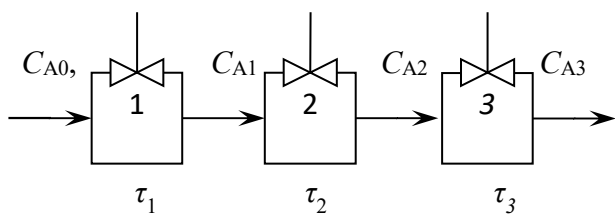
Контрольная работа № 1

Задание 1 (10 баллов). Определить оптимальные значения переменных x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 , с тем, чтобы критерий достигал минимального значения $R = 6 - 2x_2 + x_3 \rightarrow \max$. Для решения применить симплекс-метод Данцига для задач линейного программирования.

Ограничения заданы в виде равенств:

$$\begin{cases} x_1 = 5 - x_2 - x_3 \\ x_4 = 4 - 2x_2 + x_3 \\ x_5 = 1 + 5x_2 - 2x_3 \end{cases}$$

Задание 2 (10 баллов). В каскаде реакторов идеального смешения протекает простая необратимая реакция второго порядка $A \rightarrow P$. Аппарат работает при изотермических условиях, температура одинакова во всех аппаратах. Требуется определить среднее время пребывания реакционной массы в каждом из аппаратов с тем, чтобы общее время пребывания реакционной массы в системе было минимальным. Задачу решить с помощью динамического программирования.



Заданные концентрации $C_{A0} = 4$ моль/литр, $C_{A3} = 0,5$ моль/литр, константа скорости $k = 2$ (час⁻¹ (моль/л)).

Уравнение материального баланса для реактора $\tau_i = \frac{C_{Ai}}{kC_{Ai}^2}$;

Критерий $\sum_i \tau_i \rightarrow \min$ (время пребывания смеси в реакторе).

8.2. Примеры вариантов практических заданий

Для текущего контроля выполнение 2 взаимосвязанных заданий:

- Практическое задание №5. Оптимальная организация процесса газификации угля;
- Практическое задание №6. Оптимальная организация процесса конверсии синтез-газа;

**Практическое задание №5. Оптимальная организация процесса газификации угля.
Пример варианта 1 (15 баллов)**

Дано:

Рассматривается процесс пылеугольной газификации по методу Копперс-Тотцек, протекающий при атмосферном давлении. Процесс является в данном случае первым технологическим звеном в производстве метанола и высших спиртов. Газифицирующими агентами в процессе Копперс-Тотцек являются кислород и водяной пар. В качестве сырья использовался подсушенный на стадии подготовки до пятипроцентной остаточной влажности бурый уголь Бородинского месторождения.

Изначально на микроуровне число степеней свободы равно четырем, что означает, что в задаче имеется четыре оптимизируемых переменных.

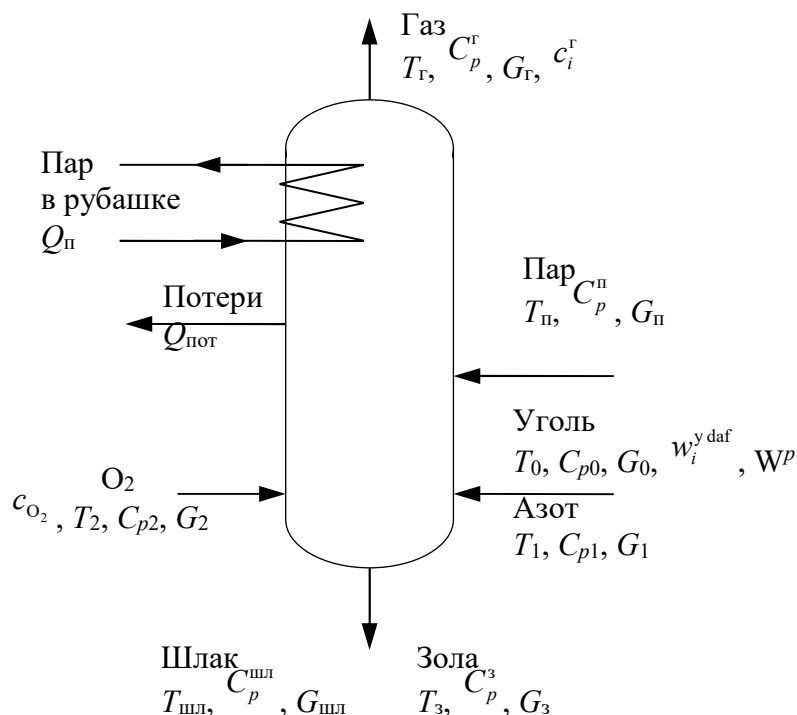
Если известны расходы и температуры газифицирующих агентов ($G_2, G_{п}, T_2, T_{п}$), то температуру T_r , состав синтез-газа и расход синтез-газа можно определить из уравнений математической модели.

Задача оптимизации является частью двухуровневой задачи, сформулированной следующим образом: для выбранного численно минимального значения весового коэффициента, обеспечивающего минимальную степень организованности, решалась задача подстройки параметров процесса газификации под данное значение показателя макроуровня.

Поэтому постановка задачи оптимизации на микроуровне в целом может быть представлена следующим образом: $G_2 = G_{п} = G_{общ} = idem$

$$\left. \begin{array}{l} K \\ \eta_r \end{array} \right\} \rightarrow \min$$

Первое условие характеризует средний температурный уровень процесса, который определяется входной температурой и температурой в зоне газификации и является ограничением (по условию задачи).



Исходные данные:

Таблица 1 – Исходные данные для расчета процесса

Уголь		Поток кислорода O ₂	
T ₀ , К	293	T ₂ , К	423
G ₀ , кг/ч	1000	G ₂ , кг/ч	655
W ^p , %	5	c _{O₂} , мол. %	98
Элементный состав угля w _i ^y , мас. % daf		c _{N₂} , мол. %	2
С	75	Азот (пневмотранспорт)	
О	20	T ₁ , К	293
Н	4	G ₁ , кг/ч	100
Н	1	Пар	
Шлак G _{шл} , кг/ч	76	T _п , К	473
Зола G _з , кг/ч	19	G _п , кг/ч	100

Условия для оптимизации: T_{ср} = 900,0 К, G_{общ} = 850,0 кг/ч.

Требуется выполнить:

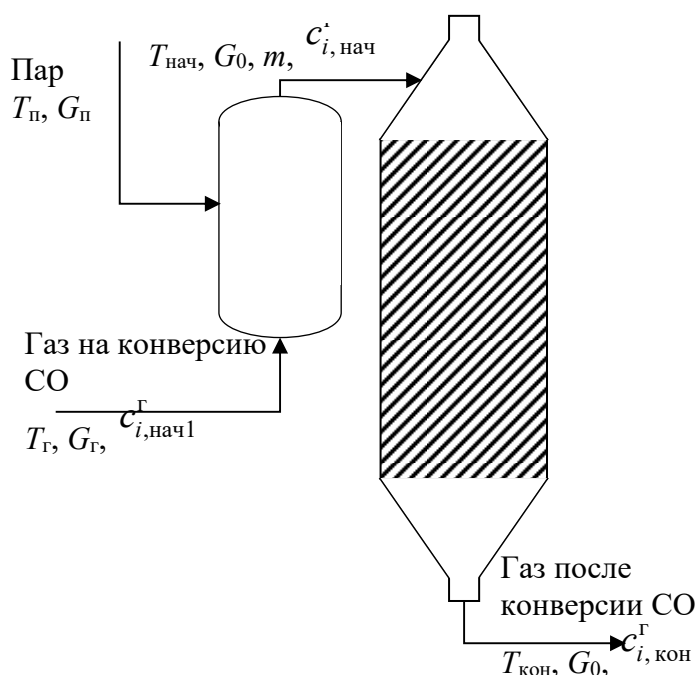
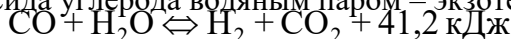
На основе исходных данных:

- 1) Рассчитать математическую модель процесса - определить расход и состав синтез-газа и температуру в зоне газификации;
- 2) Определить оптимальные параметры процесса газификации в соответствии с заданием.
- 3) Сделать выводы по работе. технологическое обосновать полученные результаты.

**Практическое задание №6. Оптимальная организация процесса конверсии синтез-газа.
Вариант 1 (15 баллов)**

Дано:

Рассматривается высокотемпературный процесс каталитической конверсии синтез-газа в одну стадию. Синтез-газ получен при газификации бурого угля. В процессе необходимо обеспечить требуемого соотношения ключевых компонентов в синтез-газе на выходе: H₂:CO. Основная реакция конверсии оксида углерода водяным паром – экзотермическая:



Задача оптимизации является частью двухуровневой задачи – решалась задача подстройки параметров процесса газификации под заданное значение показателя макроуровня. Задачу оптимизации процесса конверсии на микроуровне можно сформулировать следующим образом:

$$\begin{cases} T_{\text{ср}} = \frac{T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}}}{T_{\text{кон}}} = idem \\ \frac{dT}{dx} = \frac{Q_p c_{\text{CO,нач}}^r}{C_p^r} \Rightarrow T_{\text{кон}} = T_{\text{нач}} + \int_0^{x_{\text{кон}}} \frac{Q_p c_{\text{CO,нач}}^r}{C_p^r} dx \\ \frac{K}{\eta_T} \rightarrow \min \end{cases}$$

Исходные данные:

Синтез-газ, направляемый в реактор конверсии, имеет следующий состав (объемный состав в пересчете на нормальные условия – 1 атм, 20 °С):

CO	H ₂	CO ₂	N ₂	H ₂ O
1082,7 м ³ /ч	498,7 м ³ /ч	81,23 м ³ /ч	98,78 м ³ /ч	71,0 м ³ /ч

Массовый расход синтез-газа принят равным 1625 кг/ч.

Коэффициент избытка пара равен $m = 1,000$.

Средняя температура равна $T_{\text{ср}} = 400$ К.

Требуется выполнить:

На основе исходных данных:

- 1) Рассчитать математическую модель процесса;
- 2) Определить оптимальные параметры процесса конверсии при заданных ограничениях и наличии дополнительного требования к составу конечного продукта.
- 3) Сделать выводы по работе. технологическое обосновать полученные результаты.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен, 2 семестр)

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит три контрольных вопроса. Максимальная оценка за каждый теоретический вопрос №1 и №2 – **10 баллов**. Максимальная оценка за теоретический вопрос №3 – **20 баллов**.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Общая характеристика задач оптимизации.
2. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функции многих переменных.
3. Оптимизация температурного режима реактора путем построения профиля.
4. Условный экстремум. Определение условного экстремума.
5. Оптимизация методом неопределенных множителей Лагранжа. Активные и пассивные ограничения.
6. Теорема о среднем. Задача геометрического программирования.
7. Решение оптимизационной задачи методом динамического программирования.
8. Задачи линейного программирования. Область решений.

9. Симплекс-метод Данцига для решения задачи линейного программирования.
10. Метод искусственного базиса при решении задачи линейного программирования.
11. Целочисленное программирование. MILP и MINLP.
12. Стохастическая оптимизация. Алгоритм имитации отжига (simulated annealing).
13. Уравнение Шеннона-Винера и его термодинамический аналог уравнение Гиббса-Гельмгольца. Основной вывод при сравнении уравнений.
14. На каком иерархическом уровне энтропия минимизируется и на каком - максимизируется?
15. С какими состояниями идентифицируется уровень отсчета для решения информационной задачи $H_{вых}=0$? Приведите примеры процессов.
16. Физический смысл нулевого начала термодинамики.
17. Исходные предпосылки для использования аппарата информационного анализа для процессов химического превращения.
18. Как учитываются альтернативы в организации химико-технологического процесса с позиции информационного подхода?
19. Можно ли получить информацию без затрат обобщенной работы?
20. Что такое информационный поток? Какую информацию он несет?
21. Исходные предпосылки для использования аппарата информационного анализа для газодинамических процессов.
22. В чем отличие статистической энтропии и энтропии информации?
23. Статистический и технологический смысл величины K .
24. Какое следствие вытекает из распределения Больцмана?
25. Физический смысл весового коэффициента.
26. Иерархическая структура ХТС.
27. Алгоритм оптимизации заданной элементной структуры ХТС.
28. Уровни отсчета реального и эталонного в решении информационной задачи.
29. Пределы изменения информационного КПД, количества информации, весового коэффициента.
30. В чем смысл представления первой модели информационного процесса?
31. Какой закон отвечает за оптимальное распределение весовых коэффициентов?
32. Физический смысл макроэнтропии.
33. Какие тенденции имеют макро- и микроэнтропии при организации ХТС?
34. Какие характеристики в большей степени влияют на организованность ХТС?
35. Что такое информационная модель исходов?
36. Из чего следует мультипликативность факторов затрат?
37. Алгоритм оптимизации «сверху-вниз».
38. Диаграмма распределения средних энергетических уровней.
39. Обобщенная флуктуация энергии.
40. Условие оптимальной организации многоцелевого процесса.
41. Физический смысл множителей Лагранжа в критериях усложнения ХТС.
42. Существо метода «выделения».
43. Существо «уравнительного метода».
44. Статистическая независимость исходов.
45. Оптимальная организация виртуальной системы, состоящей только из целевых процессов.

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

8.4. Структура и пример экзаменационного билета

Экзамен по дисциплине «Методы оптимизации химико-технологических и нанотехнологических систем» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по

всем разделам рабочей программы дисциплины. Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов и 1 задачи, относящихся к указанным разделам.

Пример экзаменационного билета:

"Утверждаю"
Зав. каф. КХТП
Глебов М.Б.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»

«__» _____ 20__ г.

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

БИЛЕТ № 1

1. Теорема о среднем. Задача геометрического программирования. (10 баллов).
2. Стратегия и алгоритм оптимизации химико-технологической системы с заданным типом и множеством элементов на примере системы с реактором в общем виде. (10 баллов).
3. Алгоритм оптимизации процесса газификации, обоснование выбора варьируемых переменных, анализ тенденций их изменения, технологическая интерпретация результатов оптимизации (в рамках задания) (20 баллов).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Налетов В.А., Налетов А.Ю. Основы проектирования технологии топлива и углеродных материалов. Части 1 и 2. Учеб. пособия. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 208 с.
2. Налетов В.А., Налетов А.Ю., Глебов М.Б. Вычислительные эксперименты в области построения экотехнологий. Метод. Рекомендации. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018. 46 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Гордеев Л.С., В.В. Кафаров, А.И. Бояринов Оптимизация процессов химической технологии. Учеб. Пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1972. 258 с.
2. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. М.: Химия. 1965. 564 с.
3. Кольцова Э.М., Скичко А.С., Женса А.В. Численные методы решения уравнений математической физики и химии : учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. 224 с.
4. Кознов А.В., Ветохин В.Н., Бояринов А.И. Применение методов вычислительной математики в задачах химической технологии. Лабораторный практикум. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2008. 47 с.
5. Практикум по вычислительной математике: практикум / сост. В.Н. Калинин [и др.]; ред. Т.Н. Гартман. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 67 с.

6. Бухаркина Т.В., Дигуров Н.Г., Юмашев А.Б. Основы кинетического моделирования и обработки экспериментальных данных: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. 84 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «Вестник Московского университета. Серия 15: Вычислительная математика и кибернетика». ISSN: 0137-0782.
- Журнал «Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика». ISSN: 2305-9052.
- Журнал «Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии». ISSN: 1726-3522.
- Журнал «Сибирский журнал вычислительной математики». ISSN: 1560-7526.
- Журнал «Успехи в химии и химической технологии». ISSN: 1506-2017.
- Журнал «Applied Numerical Mathematics». ISSN: 0168-9274.
- Журнал «East-West Journal of Numerical Mathematics». ISSN: 0928-0200.
- Журнал «Journal of Numerical Mathematics». ISSN: 1570-2820.
- Журнал «Numerical Linear Algebra with Applications». ISSN: 1070-5325.
- Журнал «Numerical Mathematics: Theory, Methods and Applications». ISSN: 1004-8979.
- Журнал «Numerical Algebra, Control and Optimization». ISSN: 2155-3289.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- конспекты лекций в формате *.pdf – 13;
- компьютерные презентации интерактивных лекций – 13, (общее число слайдов – 169);
- учебное пособие: Налетов В.А., Налетов А.Ю. Основы проектирования технологии топлива и углеродных материалов. Части 1 и 2. Учеб. пособия. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 208 с.
- демонстрационные расчётные модули в EXCEL для ознакомления с методологией выполнения практических заданий № 5 и № 6;
- банк вариантов контрольных работ – 30;
- банк экзаменационных билетов – 30.

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. При этом данный список дополняется следующим разделом:

- групповой чат в Skype, индивидуальные чаты в Gmail социальной сети <http://vk.com/>, групповые онлайн-конференции и индивидуальные онлайн-собеседования в Zoom или Skype.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 16 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 15 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для выполнения и контроля практических заданий.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные расчётные модули в EXCEL для ознакомления с методологией выполнения практических заданий.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows	Контракт № 62-64ЭА/2013,	10	Бессрочно

	8.1 Professional Get Genuine	Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478		
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License Номер лицензии 47837477	10	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Особенности объекта оптимизации, варьируемые переменные, иерархия критериев, классификация подходов к оптимизации	<p>Знает: особенности объекта, множества варьируемых переменных, описание топологии объекта, критерии в задачах энерго-ресурсосбережения, основные подходы к оптимизации, их принципиальные отличия.</p> <p>Умеет: сформулировать задачи оптимизации, выбрать критерий, варьируемые параметры и обосновать выбор подхода к оптимизации.</p> <p>Владеет: постановками задач энерго-ресурсосбережения, методами термодинамики, физической химии, численными методами дифференцирования и интегрирования</p>	Учитывается интегрально совместно с блоком 2. Оценка за контрольную работу № 1, задание №1 (наивысший балл – 10). Оценка на экзамене.
Раздел 2. Элементы классического подхода к оптимизации ХТС	<p>Знает: формулировки задач одномерной и многомерной безусловной оптимизации, задачи условной многомерной оптимизации, задач линейного и целочисленного программирования. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функций одной и нескольких переменных. Условный экстремум. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Математическую формулировку принципа оптимальности в динамическом программировании. Формулировку принципа максимума.</p> <p>Умеет: применять спектр оптимизационных задач на практике для целей энерго-ресурсосбережения ХТС.</p> <p>Владеет: методами численного решения систем линейных алгебраических уравнений, методом наименьших квадратов, методикой автоматизированной обработки экспериментальных данных в Excel.</p>	Интегральная оценка совместно с модулем 1. Оценка за контрольную работу № 1, задание №1 (наивысший балл – 10). Оценка на экзамене.
Раздел 3. Методы оптимальной организации систем	<p>Знает: Основные положения и постулаты метода оптимальной организации систем. Иерархическую структуру химико-технологической системы и ее представление с позиции теории информации. Информационный и термодинамический КПД. Весовой коэффициент и критерий организованности системы. Варианты</p>	Оценка за контрольную работу № 1, задание № 2 (наивысший балл – 10). Оценка на экзамене.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>оптимальной дифференциации функций ХТС между ее элементами. Стратегии и алгоритмы решения оптимизационных задач.</p> <p>Умеет: сформулировать задачу оптимальной организации системы в зависимости от исходной информации, выбрать стратегию решения задачи, сформировать алгоритм ее решения.</p> <p>Владеет: методикой расчета энтропии информации, статистического веса, весового коэффициента, термодинамического КПД, критерия макроэнтропии, усложнения системы, методами распределения затрат: уравнивающим и выделения.</p>	
Раздел 4. Решение практических оптимизационных задач	<p>Знает: технологические аспекты технологий, представленных в рамках практических заданий, математическое описание процессов, стратегию решения оптимизационных задач.</p> <p>Умеет: использовать численные методы для решения задач из области химической технологии, строить автоматизированные модули в Excel для реализации математических моделей процессов химической технологии.</p> <p>Владеет: методикой расчёта критерия организованности в Excel, методикой поиска оптимального решения, методом поочерёдного изменения варьируемых переменных, навыками разработки модулей для реализации математических моделей процессов химической технологии.</p>	Оценка за практ. занятия № 5 и 6 (наивысший балл – 40). Оценка на экзамене.

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

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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

«Методы оптимизации химико-технологических и нанотехнологических систем»

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа
«Материалы и технологии наноинженерии»
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.
		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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы нелинейной динамики в нанопроцессах»

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов А.С. Скичко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Методы нелинейной динамики в нанопроцессах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, вычислительной математики, физической химии, общей химической технологии, моделирования процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, а также численных методов решения уравнений математических моделей химико-технологических процессов.

Цель дисциплины – приобретение теоретических знаний и практических навыков использования современных методов анализа нелинейных систем для решения широкого круга задач исследования и прогнозирования тенденций протекания процессов различной природы, включая процессы химической технологии, биотехнологии и нанотехнологии.

Задачи дисциплины:

- обучение теоретическим основам и методам неравновесной термодинамики, качественной теории дифференциальных уравнений, бифуркационного анализа;
- обучение теоретическим методам и практическим навыкам исследования устойчивости протекания химико-технологических, биотехнологических и нанотехнологических процессов;
- обучение практическим навыкам анализа причин возникновения диссипативных структур;
- обучение практическим навыкам исследования возможных путей эволюции химико-технологических, биотехнологических и нанотехнологических процессов на основе их математических моделей;
- ознакомление с основами теории хаоса.

Дисциплина «Методы нелинейной динамики в нанопроцессах» преподаётся во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их	ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)

<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-3. Способен к анализу технологических процессов наноиндустрии</p>	<p>ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей эффективности в своей профессиональной деятельности ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>
--	--	---	--	--

<p>Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации</p>	<p>- Химическое, химико-технологическое производство - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).</p>	<p>ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники</p>	<p>ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 593н. Обобщенная трудовая функция D: Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. D/01.7: Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 7)</p>
--	--	--	---	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- теоретические основы качественной теории дифференциальных уравнений, теории бифуркаций, теории хаоса, неравновесной термодинамики;
- типы неподвижных точек и методы их определения;
- основные типы бифуркаций в нелинейных системах;
- сценарии возникновения в нелинейных системах колебательных и хаотических режимов и их характерные особенности;
- методы термодинамического анализа открытых физико-химических систем.

Уметь:

- определять неподвижные точки систем и их тип;
- строить фазовые портреты двумерных систем;
- проводить термодинамический анализ открытых физико-химических систем с целью выявления дестабилизирующих процессов;
- прогнозировать эволюцию физико-химических систем на основе их математических моделей.

Владеть:

- методами исследования устойчивости линейных и нелинейных систем;
- практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции физико-химических систем;
- навыками визуализации результатов прогнозирования;
- навыками выявления возможных сценариев эволюции систем по их глобальным фазовым портретам.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	38,25
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,95	34	25,5
Самостоятельная работа	2,58	93	69,75
Контактная самостоятельная работа	2,58	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,6	69,75
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек-ции	ПЗ	СР
1.	Раздел 1. Качественная теория дифференциальных уравнений	46	5	11	30
1.1	Неподвижные точки систем	16	2	4	10
1.2	Нелинейные двумерные системы	8	1	2	5
1.3	Автоколебательные режимы в нелинейных системах	8	1	2	5
1.4	Нелинейные системы с множественностью устойчивых стационарных состояний	14	1	3	10
2.	Раздел 2. Элементы бифуркационного анализа и теории хаоса	62	8	14	40
2.1	Бифуркации	15	2	3	10
2.2	Основные типы бифуркаций в двумерных системах	16	2	4	10
2.3	Бифуркация удвоения периода	16	2	4	10
2.4	Странные аттракторы	9	1	2	6
2.5	Элементы теории хаоса	6	1	1	4
3.	Раздел 3. Основы термодинамики неравновесных процессов	36	4	9	23
3.1	Введение в неравновесную термодинамику	7	1	1	5
3.2	Термодинамика линейных необратимых систем	9	1	3	5
3.3	Термодинамика нелинейных необратимых систем	20	2	5	13
	ИТОГО	144	17	34	93

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Качественная теория дифференциальных уравнений

1.1. Неподвижные точки систем.

Понятия фазового пространства, фазовой точки, траектории, фазового портрета системы, неподвижной точки. Типы устойчивости неподвижных точек. Неподвижные точки одномерных систем и методика их анализа. Линейные и нелинейные двумерные системы. Типы неподвижных точек линейных двумерных систем. Первый метод Ляпунова. Примеры исследования устойчивости линейных двумерных систем.

1.2. Нелинейные двумерные системы.

Особенности нелинейных систем. Понятия глобального фазового портрета нелинейной системы и локального фазового портрета в окрестности неподвижной точки. Методика линеаризации нелинейных систем. Теорема о линеаризации. Примеры исследования устойчивости нелинейных систем.

1.3. Автоколебательные режимы в нелинейных системах.

Понятие предельного цикла. Типы предельных циклов. Отличия предельных циклов от нейтрально устойчивых неподвижных точек. Методы исследования систем с предельными циклами. Теорема Пуанкаре–Бенедиксона. Примеры анализа систем с предельными циклами. Структурная устойчивость систем. Понятие флуктуации.

1.4. Нелинейные системы с множественностью устойчивых стационарных состояний.

Особенности нелинейных систем с множественностью устойчивых стационарных состояний. Понятие границы областей притяжения устойчивых стационарных состояний системы. Понятие погрешности задания начальных условий физических систем. Возможности прогнозирования эволюции систем с множественностью устойчивых стационарных состояний с

учётом внешних случайных воздействий на систему. Модель ферментативного процесса с субстратным ингибированием, как пример нелинейной системы с множественностью устойчивых стационарных состояний. Подробный анализ данной системы.

Раздел 2. Элементы бифуркационного анализа и теории хаоса

2.1. Бифуркации.

Структура математических моделей систем. Понятие управляющих параметров. Виды воздействия изменения значений управляющих параметров на систему. Понятия бифуркации и точки бифуркации. Бифуркационный анализ модели ферментативного процесса с субстратным ингибированием. Бифуркационная память систем. Прогнозирование возможных бифуркаций в системах.

2.2. Основные типы бифуркаций в двумерных системах.

Бифуркация седло-узел. Неподвижная точка седло-узел. Характерные особенности поведения систем при бифуркации седло-узел. Бифуркация седло-узел с жёсткой и мягкой потерей устойчивости. Примеры анализа систем, в которых наблюдается бифуркация седло-узел. Бифуркация Андронова-Хопфа. Характерные особенности поведения систем при бифуркации Андронова-Хопфа. Примеры анализа систем, в которых наблюдается бифуркация Андронова-Хопфа.

2.3. Бифуркация удвоения периода.

Непрерывные и дискретные системы. Логистическое уравнение Ферхюльста в непрерывной и дискретной формах. Анализ области допустимых значений параметра логистического уравнения. Неподвижные точки логистического уравнения в непрерывной форме. Неподвижные точки дискретного логистического уравнения. Методика анализа устойчивости неподвижных точек дискретных систем. Возникновение циклов в дискретных системах. Бифуркация удвоения периода. Хаос как результат бесконечного усложнения порядка системы. Теория универсальности Фейгенбаума. Связь каскада бифуркаций удвоения периода с накоплением расчётной ошибки в явных разностных схемах. Философия восприятия мира как непрерывной и как дискретной системы.

2.4. Странные аттракторы.

Понятие странного аттрактора. Понятие невозможности прогнозирования поведения систем со странными аттракторами. Система Лоренца. Неподвижные точки системы Лоренца. Эволюция в системе Лоренца. Аттрактор Лоренца. Система Рёсслера. Эволюция в системе Рёсслера. Аттрактор Рёсслера. Характерные особенности эволюции систем со странными аттракторами.

2.5. Элементы теории хаоса.

Понятие детерминированного хаоса. Характерные особенности поведения систем с детерминированным хаосом. Демонстрация хаотических режимов в нелинейных системах.

Раздел 3. Основы термодинамики неравновесных процессов

3.1. Введение в неравновесную термодинамику.

Краткий исторический очерк о развитии основ научного представления о необратимых процессах. Открытые и закрытые системы. Термодинамические потоки и движущие силы. Производство энтропии – диссипативная функция термодинамических систем. Свойства диссипативной функции.

3.2. Термодинамика линейных необратимых систем.

Соотношения взаимности Онзагера. Явление термодиффузии и диффузионный термоэффект. Устойчивость стационарных состояний термодинамических систем. Принцип минимума производства энтропии. Функция Ляпунова. Второй метод Ляпунова. Однозначность эволюции линейных необратимых систем.

3.3. Термодинамика нелинейных необратимых систем.

Неоднозначность эволюции нелинейных необратимых систем. Функция Ляпунова для систем вдали от равновесия. Принципы термодинамического анализа. Химические и биохимические осцилляторы. Задачи о тепловой и концентрационной устойчивости химико-технологических и биотехнологических процессов.

Обобщение математического и термодинамического подходов к исследованию поведения и эволюции систем.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
Знать:					
1	теоретические основы качественной теории дифференциальных уравнений, теории бифуркаций, теории хаоса, неравновесной термодинамики	+	+	+	
2	типы неподвижных точек и методы их определения	+			
3	основные типы бифуркаций в нелинейных системах		+		
4	сценарии возникновения в нелинейных системах колебательных и хаотических режимов и их характерные особенности	+	+		
5	методы термодинамического анализа открытых физико-химических систем			+	
Уметь:					
6	определять неподвижные точки систем и их тип	+			
7	строить фазовые портреты двумерных систем	+	+		
8	проводить термодинамический анализ открытых физико-химических систем с целью выявления дестабилизирующих процессов			+	
9	прогнозировать эволюцию физико-химических систем на основе их математических моделей	+	+	+	
Владеть:					
10	методами исследования устойчивости линейных и нелинейных систем	+	+	+	
11	практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции физико-химических систем	+	+		
12	навыками визуализации результатов прогнозирования	+	+		
13	навыками выявления возможных сценариев эволюции систем по их глобальным фазовым портретам		+		
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
14	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их	ПК-1.3. Владеет приёмами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	+	+	
15	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов наноиндустрии	ПК-3.1. Знает методы и средства определения показателей эффективности в своей профессиональной деятельности	+	+	
		ПК-3.2. Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	+	+	+
		ПК-3.3. Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	+	+	+

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
16	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	ПК-4.2. Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Неподвижные точки и их устойчивость. Первый метод Ляпунова. Решение задач. Построение фазовых портретов двумерных линейных систем.	4
2	1.2	Линеаризация нелинейных систем. Решение задач.	2
3	1.3	Исследование систем с предельными циклами.	2
4	1.4	Построение фазовых портретов двумерных нелинейных систем с множественностью устойчивых стационарных состояний.	3
5	2.1	Бифуркации в нелинейных системах с управляющими параметрами. Построение фазовых портретов двумерных нелинейных систем, в которых наблюдаются бифуркации. Анализ проявления бифуркационной памяти.	3
6	2.2	Исследование систем с типовыми бифуркациями (седло-узел и Андронова-Хопфа). Решение задач. Построение и анализ фазовых портретов систем.	4
7	2.3	Исследование устойчивости неподвижных точек одномерного логистического отображения. Исследование циклов одномерного логистического отображения. Построение и анализ параметрического портрета исследуемой системы.	4
8	2.4	Исследование системы Лоренца. Построение и анализ двумерных проекций фазового портрета системы, отражающих эволюцию в системе.	2
9	2.5	Анализ характерных особенностей поведения систем с детерминированным хаосом на конкретных примерах.	1
10	3.1	Открытые термодинамические системы. Потoki и движущие силы (примеры, взаимосвязь). Диссипативная функция термодинамических систем (структура, свойства).	1
11	3.2	Термодинамика линейных необратимых систем. Соотношения взаимности Онзагера (примеры). Устойчивость стационарных состояний. Принцип минимума производства энтропии (доказательство).	2

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
12	3.2	Применение принципа минимума производства энтропии в задачах химической технологии.	1
13	3.3	Термодинамика нелинейных необратимых систем. Применение методов термодинамического анализа для исследования устойчивости реакционных схем.	3
14	3.3	Исследование автокаталитических биохимических реакций. Примеры решения задач о тепловой и концентрационной устойчивости химико-технологического процесса.	2
		ИТОГО	34

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам;
- выполнение расчётно-графических работ согласно индивидуальному заданию;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы;
- подготовку к сдаче зачёта по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), расчётно-графических работ (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме зачёта с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Темы и примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 30 баллов (17 баллов за работу № 1 и 13 баллов за работу № 2).

Контрольная работа № 1

Контрольная работа № 1 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделам № 1 и № 2. Тема работы: «**Определение типа неподвижных точек; исследование систем с предельными циклами; бифуркационный анализ систем**».

Контрольная работа № 1 состоит из 6 заданий. Задание № 1 оценивается 2 баллами, задания №№ 2–6 – 3 баллами каждое.

Пример варианта контрольной работы № 1 (17 баллов)

Задание 1 (2 балла). В реакторе идеального смешения протекает реакция $2X \rightarrow C$. Для уравнения, описывающего данный процесс, найти неподвижные точки и определить их тип ($b = 4, x_0 = 8, k = 1$):

$$\frac{dx}{dt} = -kx^2 + b(x_0 - x)$$

Задание 2 (3 балла). Для системы уравнений, описывающей обратимую реакцию в реакторе идеального смешения $2X \rightleftharpoons Y$, определить неподвижные точки и их тип ($k_1 = 1, k_{-1} = 1, b = 2, x_0 = 6$):

$$\frac{dx}{dt} = -k_1x^2 + b(x_0 - x) + k_{-1}y, \quad \frac{dy}{dt} = k_1x^2 - k_{-1}y - by.$$

Задание 3 (3 балла). Для заданной системы уравнений определить неподвижные точки и их тип:

$$\frac{dx}{dt} = 2xy - 4x \quad \frac{dy}{dt} = y - 2x$$

Задание 4 (3 балла). Для заданной системы уравнений: $\frac{dx}{dt} = -\frac{2}{3}x + \frac{1}{4}y + \frac{1}{8}x(x^2 + y^2)$ $\frac{dy}{dt} = -\frac{3}{4}x - \frac{2}{3}y + \frac{3}{8}y(x^2 + y^2)$

- найти неподвижную точку и определить её тип,
- используя полярные координаты, найти предельный цикл,
- построить глобальный фазовый портрет.

Задание 5 (3 балла). Провести бифуркационный анализ заданной системы:

$$\frac{dx}{dt} = 2x^2 - 3\alpha x + \alpha^2 + \frac{1}{2}$$

- найти неподвижные точки и определить их тип при разных значениях α ,
- определить бифуркационные значения α .

Задание 6 (3 балла). Провести бифуркационный анализ заданной системы:

$$x_{j+1} = \frac{1}{28}\alpha x_j(1 - x_j)$$

- найти неподвижные точки,
- для каждой неподвижной точки определить интервал значений параметра α , соответствующий области устойчивости точки.

Контрольная работа № 2

Контрольная работа № 2 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 3. Тема работы: «**Методы термодинамического анализа в задачах химической технологии и при анализе биохимических процессов**».

Контрольная работа № 2 состоит из 3 заданий. Задание № 1 оценивается 5 баллами, задание № 2 – 2 баллами, задание № 3 – 6 баллами.

Пример варианта контрольной работы № 2 (13 баллов)

Задание 1 (5 баллов). В некоторой линейной системе действует 4 силы, причём X_1, X_2, X_3 – векторы, а X_4 – скаляр. Система находится в состоянии стационарности 2-го порядка. Для заданной системы:

- записать условия стационарности,

- записать соотношения Онзагера,
- вывести формулу для производства энтропии,
- сформулировать и доказать необходимое условие теоремы о минимуме производства энтропии.

Задание 2 (2 балла). В проточном реакторе с мешалкой протекает химическая реакция:

$$2X + Y \rightarrow 3X.$$

Производная термодинамической функции Ляпунова (для случая $\delta y = 0$) имеет вид:

$$\int_V \frac{\partial}{\partial t} \rho \delta^2 S dV = R v_q x \left(\frac{\delta x}{x} \right) - R v_q x_0 \left(\frac{\delta x_0}{x_0} \right) + K_T F_s \left(\frac{\delta T}{T} \right) + \rho C_T v_q \left(\frac{\delta T}{T} \right) +$$

$$+ V \left(-2wR \left(\frac{\delta x}{x} \right)^2 - (E + 2Q)w \frac{\delta x}{x} \frac{\delta T}{T^2} - \frac{E Q w}{RT^2} \left(\frac{\delta T}{T} \right)^2 \right).$$

Определить условие на время пребывания в реакторе, выполнение которого гарантирует концентрационную устойчивость режима по компоненту X. При решении принять, что тепловая устойчивость системы выполняется, и пульсации во входном потоке отсутствуют: $\delta x_0 = \delta T = 0$.

Задание 3 (6 баллов). Вывести выражение для производной термодинамической функции Ляпунова для системы из задания № 2 (при выводе учитывать только $\delta x, \delta T$) и на его основе провести термодинамический анализ системы (анализ стабилизирующих и дестабилизирующих эффектов).

8.2. Темы и примеры расчётно-графических работ для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 расчётно-графические работы (РГР), в которых используется сквозная нумерация заданий. Максимальная оценка за РГР составляет 30 баллов (10 баллов за РГР № 1, 11 баллов за РГР № 2 и 9 баллов за РГР № 3).

РГР № 1

РГР № 1 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 1. Тема РГР: «Исследование линейных и нелинейных систем: расчёт с помощью численных методов, построение фазовых портретов и сопоставление с результатами теоретического анализа».

РГР № 1 состоит из 4 заданий. Задания №№ 1–3 оцениваются 2 баллами каждое, задание № 4 – 4 баллами.

Пример варианта РГР № 1 (10 баллов)

Общие требования к заданиям № 1, 2, 3. Для заданной системы уравнений:

- найти неподвижную точку;
- построить фазовый портрет, подобрав начальные условия, шаг по времени Δt и масштаб таким образом, чтобы тип точки и её координаты на графике были очевидны (чтобы грамотно показать неустойчивую координату в задании № 2, начальные условия следует задавать как можно ближе к ней);
- для одного из выбранных начальных условий построить динамику системы (т.е., зависимости $x(t)$ и $y(t)$) таким образом, чтобы поведение системы в окрестности неподвижной точки и её координаты были очевидны.

Задание 1 (2 балла). В реакторе идеального смешения непрерывного действия протекают реакции по схеме: $X \xrightarrow{k_1} Y \xrightarrow{k_2} P$. Математическая модель реактора имеет вид:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{\tau}(x_0 - x) - k_1 x, \quad \frac{dy}{dt} = -\frac{1}{\tau} y + k_1 x - k_2 y.$$

Значения параметров процесса: $x_0 = 1.7, \quad k_1 = 1.2, \quad k_2 = 0.5, \quad \tau = 2.$

Для решения использовать явную схему Эйлера. Количество начальных условий, необходимых для построения фазового портрета: не менее 8.

$$\frac{dx}{dt} = -2x + 2.4 \quad ; \quad \frac{dy}{dt} = 2.5y - 5$$

Задание 2 (2 балла). Система уравнений:

Для решения использовать явную схему Эйлера. Количество начальных условий, необходимых для построения фазового портрета: не менее 8.

Задание 3 (2 балла). Математическая модель процесса кристаллизации в реакторе имеет вид:

$$\frac{d\mu_0}{dt} = k\mu_1 - b + q, \quad \frac{d\mu_1}{dt} = \mu_0(\eta_1 - \eta_2) + d,$$

где μ_0 – нулевой момент функции распределения кристаллов по размерам, характеризующий общее количество частиц в единице объёма реактора; μ_1 – первый момент функции распределения, характеризующий суммарный линейный размер кристаллов; k – константа скорости образования зародышей; b – скорость отбора зародышей; q – скорость пополнения крупными частицами; η_1 – скорость роста кристаллов; η_2 – скорость растворения кристаллов; d – суммарный линейный размер поступающих частиц. Значения параметров процесса:

$$k = 2.5, \quad b = 6.5, \quad q = 1.5, \quad \eta_1 = 1, \quad \eta_2 = 2, \quad d = 2.5.$$

Для решения использовать явную схему Эйлера. Количество начальных условий: не менее 2.

Задание 4 (4 балла). В реакторе идеального смешения непрерывного действия протекает ферментативный процесс по схеме:



где E – фермент (прикрепляется неподвижно на сетке), S – субстрат (подаётся потоком), ES , SES – промежуточные комплексы, P – продукт ферментативного синтеза. Первая реакция описывает преобразование субстрата в продукт через образование промежуточного фермент-субстратного комплекса; вторая реакция – пассивацию фермент-субстратного комплекса при избытке субстрата (т.е. субстратное ингибирование ферментативного процесса). Математическая модель процесса при условии постоянства суммарной концентрации всех форм фермента имеет вид:

$$\frac{dS}{dt} = S_0 D - SD - W, \quad \frac{dP}{dt} = -PD + W, \quad W = \frac{kE_0 S}{K_s + S + K_i S^2},$$

где S_0 – концентрация субстрата в питающем потоке, E_0 – начальная концентрация фермента, D – скорость разбавления (величина, обратная времени пребывания), K_i – константа субстратного ингибирования. Значения параметров процесса:

$$S_0 = 14, \quad D = 0.2, \quad k = 6.5, \quad E_0 = 1, \quad K_s = 1, \quad K_i = 0.5.$$

Требуется: найти неподвижные точки (для этого допускается использование численных методов) и построить глобальный фазовый портрет системы, подобрав начальные условия, шаг по времени Δt и масштаб таким образом, чтобы тип точек и их координаты на графике были очевидны. Для численного решения системы использовать явную схему Эйлера.

Количество начальных условий, необходимых для построения фазового портрета: не менее 12.

РГР № 2

РГР № 2 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 2. Тема РГР: «Исследование систем с типовыми бифуркациями (седло-узел и Андронова-Хопфа): расчёт с помощью численных методов, построение фазовых портретов и сопоставление с результатами теоретического анализа».

РГР № 2 состоит из 2 заданий (№ 5 и № 6 в общем списке заданий для РГР). Задание № 5 оценивается 8 баллами, задание № 6 – 3 баллами.

Пример варианта РГР № 2 (11 баллов)

Задание 5 (8 баллов). Провести бифуркационный анализ системы уравнений из задания № 4 (работа № 1), выбрав в качестве управляющего параметра D . С помощью численного исследования системы определить оба бифуркационных значения α_0 с точностью до 4-го знака после запятой и построить для каждой бифуркации фазовые портреты при: а) $D = \alpha_0 - \Delta\alpha$,

б) $D = \alpha_0$, в) $D = \alpha_0 + \Delta\alpha$. Итого 6 фазовых портретов. $\Delta\alpha$ выбрать самостоятельно, исходя из требования качественной демонстрации на фазовых портретах бифуркационной памяти изучаемой системы. Для численного решения системы использовать явную схему Эйлера. Количество начальных условий, необходимых для построения каждого фазового портрета: не менее 12.

Провести аналогичный бифуркационный анализ системы, выбрав в качестве управляющего параметра S_0 .

Задание 6 (3 балла). Для системы уравнений:
$$\frac{dx}{dt} = 3\alpha x - 15y - 2x(x^2 + y^2), \quad \frac{dy}{dt} = 15x + 3\alpha y - 2y(x^2 + y^2)$$

при следующих значениях управляющего параметра α : а) -6 , б) -1.5 , в) 1.5 , г) 6 , найти неподвижные точки; построить фазовые портреты, подобрав начальные условия (для а – не менее 3; для б – не менее 2; для в и г – внутри и вне предельного цикла), шаг Δt и масштаб таким образом, чтобы типы точек, их координаты, а также тип предельного цикла и его радиус (в случаях в и г) были очевидны. Для решения использовать явную схему Эйлера.

РГР № 3

РГР № 3 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 2. Тема РГР: «Исследование систем с хаотическими режимами (система Лоренца, одномерное отображение): расчёт с помощью численных методов, построение фазовых и параметрических портретов и сопоставление с результатами теоретического анализа».

РГР № 3 состоит из 2 заданий (№ 7 и № 8 в общем списке заданий для РГР). Задание № 7 оценивается 3 баллами, задание № 8 – 6 баллами.

Пример варианта РГР № 3 (9 баллов)

Задание 7 (3 балла). Для системы уравнений:
$$\frac{dx}{dt} = \sigma y - \sigma x, \quad \frac{dy}{dt} = rx - y - xz, \quad \frac{dz}{dt} = xy - bz$$

Построить проекцию фазового портрета на координатную плоскость (x, z) при следующих значениях управляющих параметров и начальных условиях: $\sigma = 10, b = 2.7$,

а) $r = 0, \quad x_0 = 5, y_0 = 5, z_0 = \bar{z} + dz_0, \quad dz_0 = 5, 15, 30, 50$ (на одном графике);

б) $r = 5, \quad x_0 = \bar{x}, y_0 = \bar{y}, z_0 = \bar{z} + dz_0, \quad dz_0 = 5, 15, 30, 50$ (на одном графике);

в) $r = 5, \quad x_0 = \bar{x}, y_0 = \bar{y}, z_0 = \bar{z} + dz_0, \quad dz_0 = 9.1, 9.2$ (на одном графике);

г) $r = 15, \quad x_0 = \bar{x}, y_0 = \bar{y}, z_0 = \bar{z} + dz_0, \quad dz_0 = 5, 15, 40, 70$ (на одном графике);

д) $r = 15, \quad x_0 = \bar{x}, y_0 = \bar{y}, z_0 = \bar{z} + dz_0, \quad dz_0 = 11.8, 11.81, 11.82, 11.83$ (на разных графиках);

е) $r = 25, \quad x_0 = \bar{x}, y_0 = \bar{y}, z_0 = \bar{z} + dz_0, \quad dz_0 = 28$.

Шаг по времени $\Delta t = 0,002$. Использовать полуявную схему Эйлера. Количество расчётных точек – не менее 8000.

Задание 8 (6 баллов). Отображение:
$$x_{j+1} = \frac{1}{2}\alpha x_j (1 - \sqrt{x_j}); \quad \alpha \in [0, 13.5].$$

1. Исследовать расчётно-графическим способом поведение функции $x_j = f(j)$ в зависимости от значений α . Построить точечные графики зависимости $x_j = f(j)$ (не менее 14), подобрав для них значения α таким образом, чтобы показать основные этапы эволюции поведения изучаемой системы. В качестве начального условия выбрать $x_0 = 0.6$.

2. Построить параметрический портрет системы: график $\bar{x}_n = f(\alpha)$ для $\alpha \in [0, 13.5]$, рекомендуемый шаг по $\alpha - 0.05$.

\bar{x}_n – значения, которые может принимать зависимость $x_j = f(j)$ после установления в системе характерного поведения (т.е., после окончания периода разгона системы – приблизительно после 50–70 итераций). В случае если система имеет более одного конечного состояния при

определённом α , в качестве \bar{x}_n следует использовать не менее 50 последовательных итераций (пропустив период разгона системы).

3. Определить с высокой точностью значение α , при котором происходит 2-е раздвоение (оно понадобится при оформлении отчёта).

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачёт с оценкой, 2 семестр)

Билет включает контрольные вопросы и задачи по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет содержит два контрольных вопроса и одну задачу. Максимальная оценка за каждый контрольный вопрос – **15 баллов**. Максимальная оценка за задачу – **10 баллов**. Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой – **40 баллов**.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Открытые и закрытые системы. Термодинамические потоки и движущие силы. Диссипативная функция термодинамических систем (структура, свойства).
2. Соотношения взаимности Онзагера. Понятие линейной системы. Принцип Кюри. Принцип симметрии феноменологических коэффициентов. Эффекты Соре и Дюфура.
3. Стационарные состояния. Понятие устойчивости стационарного состояния системы. Понятие функции Ляпунова. Второй метод Ляпунова исследования устойчивости систем. Принцип минимума производства энтропии для систем, близких к равновесию.
4. Доказательство принципа минимума производства энтропии.
5. Понятие систем, удалённых от равновесия. Понятие функции Ляпунова. Второй метод Ляпунова исследования устойчивости систем. Функция Ляпунова для систем, удалённых от равновесия, и её производная. Избыточное производство энтропии. Методика выявления процессов, стабилизирующих и дестабилизирующих систему.
6. Методика анализа устойчивости химических реакторов. Изменение избытка энтропии за счёт теплообмена и массообмена реактора с окружающей средой. Методика вывода избыточного производства энтропии химического реактора.
7. Термодинамический анализ устойчивости химико-технологического процесса.
8. Термодинамический анализ концентрационной устойчивости автокаталитических биохимических процессов.
9. Анализ устойчивости процессов кристаллизации малорастворимых и хорошо растворимых веществ.
10. Понятие фазовой плоскости, фазовой траектории, неподвижной точки. Устойчивые и неустойчивые точки в пространстве $n = 1$ (построить примеры).
11. Классификация неподвижных точек для линейной дифференциальной системы при $n = 2$.
12. Неподвижные точки – узел (устойчивый и неустойчивый) и седло: сравнение исследования по 1-му методу Ляпунова с решением системы.
13. Неподвижные точки – фокус (устойчивый и неустойчивый) и центр: сравнение исследования по 1-му методу Ляпунова с решением системы.
14. Теорема о качественной эквивалентности решений нелинейной системы уравнений и её линейного приближения в окрестности неподвижной точки. Методика линеаризации нелинейных систем уравнений.
15. Понятие предельного цикла. Пример на построение предельного цикла. Типы предельных циклов. Понятие структурной устойчивости колебаний в системах с предельными циклами. Привести примеры.
16. Колебания в двумерном пространстве. Структурная устойчивость колебаний. Примеры математических моделей, описывающих колебания.
17. Нелинейные системы с множественностью устойчивых стационарных состояний (на примерах математических моделей биотехнологии).

18. Понятия бифуркации, бифуркационного параметра. Бифуркация типа "седло-узел". Бифуркационная память.
19. Понятия бифуркации, бифуркационного параметра. Бифуркация Андронова–Хопфа. Необходимый признак этого типа бифуркации.
20. Порядок и хаос в одномерных отображениях. Универсальность Фейгенбаума.
21. неподвижные точки дискретного логистического уравнения. Устойчивость неподвижных точек. Графическая иллюстрация устойчивости неподвижных точек.
22. Понятие странного аттрактора. Эволюция в системе Лоренца.

Примеры задач для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Определить неподвижные точки и их тип для системы уравнений:

$$\frac{dx}{dt} = 3x - x^2 \quad \frac{dy}{dt} = xy - 2y$$

2. Для заданного уравнения найти неподвижные точки и определить их тип:

$$\frac{dx}{dt} = x^2(x+2)(x-2)$$

3. Для заданной системы уравнений:
- $$\frac{dx}{dt} = 14.7x + 4.2y - 1.2x(x^2 + y^2) \quad \frac{dy}{dt} = -4.2x + 14.7y - 1.2y(x^2 + y^2)$$

1) найти неподвижную точку и определить её тип, 2) используя полярные координаты, найти предельный цикл, 3) построить глобальный фазовый портрет.

4. Провести бифуркационный анализ заданной системы:

$$x_{j+1} = 0.16\alpha x_j(1 - x_j^2)$$

1) найти неподвижные точки, 2) для каждой неподвижной точки определить интервал значений параметра α , соответствующий области устойчивости точки.

5. Провести бифуркационный анализ заданной системы:

$$\frac{dx}{dt} = x^2 + x + \alpha x + 1$$

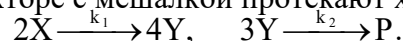
1) найти неподвижные точки и определить их тип при разных значениях α , 2) определить бифуркационные значения α .

6. Провести бифуркационный анализ заданной системы:

$$\frac{dx}{dt} = 3x^2 + 4\alpha + 6, \quad \frac{dy}{dt} = 2x + 5y$$

1) найти неподвижные точки, 2) исследовать их тип методом линеаризации нелинейной системы, 3) построить фазовые портреты системы при разных значениях параметра α , 4) указать бифуркационное значение α , тип бифуркации и признак данного типа бифуркации.

7. В периодическом реакторе с мешалкой протекают химические реакции по схеме:



Производная термодинамической функции Ляпунова (при $\frac{\delta T}{\delta y} = 0$) имеет вид:

$$\int_V \frac{\partial}{\partial t} \rho \delta^2 S dV = VR \left(4w_1 \left(\frac{dx}{x} \right)^2 - 8w_1 \frac{dx}{x} \frac{dy}{y} + 9w_2 \left(\frac{dy}{y} \right)^2 \right).$$

Определить условие в виде соотношения между скоростями стадий реакционной схемы (w_1/w_2), выполнение которого гарантирует концентрационную устойчивость режима в реакторе.

8. В некоторой линейной системе действует 4 силы, причём X_1, X_2 – векторы, а X_3, X_4 – скаляры. Система находится в состоянии стационарности 2-го порядка. Для заданной системы: 1) записать условия стационарности, 2) записать соотношения Онзагера, 3) вывести формулу для производства энтропии, 4) сформулировать и доказать необходимое условие теоремы о минимуме производства энтропии.

9. В проточном реакторе с мешалкой протекает химическая реакция:



Производная термодинамической функции Ляпунова (при $\delta y = \delta T$) имеет вид: $\int_V \frac{\partial}{\partial t} \rho \delta^2 S dV = R v_q x \left(\frac{\delta x}{x} \right) - R v_q x_0 \left(\frac{\delta x_0}{x_0} \right) + K_T F_s \left(\frac{\delta T}{T} \right) + \rho C_T v_q \left(\frac{\delta T}{T} \right) + V \left(-3wR \left(\frac{\delta x}{x} \right)^2 - (E + 3Q)w \frac{\delta x}{x} \frac{\delta T}{T^2} - \frac{EQw}{RT^2} \left(\frac{\delta T}{T} \right)^2 \right)$.

Определить условие на время пребывания в реакторе, выполнение которого гарантирует концентрационную устойчивость режима по компоненту X. При решении принять, что тепловая устойчивость системы выполняется, и пульсации во входном потоке отсутствуют: $\delta x_0 = \delta T = 0$.

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

8.4. Структура и пример билета для зачёта с оценкой

Зачёт с оценкой по дисциплине «Методы нелинейной динамики в нанопроцессах» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы и задачи по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачёта с оценкой состоит из 2 вопросов и 1 задачи, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачёта с оценкой:

<p>"Утверждаю" Зав. каф. КХТП Глебов М.Б.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева Кафедра кибернетики химико-технологических процессов 28.04.02 Наноинженерия Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»</p>
<p>«__» ____ 20__ г.</p>	

МЕТОДЫ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ В НАНОПРОЦЕССАХ

БИЛЕТ № 1

1. Открытые и закрытые системы. Термодинамические потоки и движущие силы. Диссипативная функция термодинамических систем (структура, свойства). (15 баллов).

2. Понятия бифуркации, бифуркационного параметра. Бифуркация типа "седло-узел". Бифуркационная память. (15 баллов).

3. Определить неподвижные точки и их тип для системы уравнений:
 $\frac{dx}{dt} = 3x - x^2$ $\frac{dy}{dt} = xy - 2y$
 . (10 баллов).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Кольцова Э.М., Гордеев Л.С. Синергетика в химии и химической технологии : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2020. 295 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://urait.ru/book/sinergetika-v-himii-i-himicheskoy-tehnologii-454395> (дата обращения: 25.04.2022).

2. Кольцова Э.М., Гордеев Л.С., Третьяков Ю.Д., Вертегел А.А. Термодинамика необратимых процессов и нелинейная динамика : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2020. 430 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://urait.ru/book/termodinamika-neobratimyh-processov-i-nelineynaya-dinamika-455051> (дата обращения: 25.04.2022).

Б) Дополнительная литература:

1. Куркина Е.С. Автоколебания, структуры и волны в химических системах. Методы математического моделирования. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 219 с.

2. Куркина Е.С. Курсовые задачи по синергетике. Методы поиска пространственно-временных структур : учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 98 с.

3. Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках : пер. с англ. – М.: Наука. Физматлит, 1985. 327 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

– Журнал «International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering». ISSN: 0218-1274.

– Журнал «Nonlinear Dynamics and Systems Theory». ISSN: 1562-8353.

– Журнал «International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation». ISSN: 1565-1339.

– Журнал «Chaos, Solitons & Fractals». ISSN: 0960-0779.

– Журнал «Regular and Chaotic Dynamics». ISSN: 1560-3547.

– Журнал «Chaos (Woodbury, N.Y.)». ISSN: 1054-1500.

– Журнал «Journal of Computational and Nonlinear Dynamics». ISSN: 1555-1423.

– Журнал «Nonlinear Oscillations». ISSN: 1536-0059.

– Журнал «Nonlinearity». ISSN: 0951-7715.

– Журнал «Нелинейная динамика». ISSN: 1816-448X.

– Журнал «Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика». ISSN: 0869-6632.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

– конспекты лекций в формате *.pdf – 9;

– компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 178);

– демонстрационные программы, создающие визуализацию бифуркаций Андронова–Хопфа, удвоения периода, странного аттрактора Лоренца;

– демонстрационные расчётные модули в EXCEL для ознакомления с методологией выполнения наиболее сложных заданий в РГР (задания № 5 и № 8);

– банк вариантов контрольных работ – 30;

– банк вариантов РГР – 20;

– банк билетов для зачёта с оценкой – 30.

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. При этом данный список дополняется следующим разделом:

– групповой чат в ЭИОС, индивидуальные чаты и тематическая группа в социальной сети <http://vk.com/>, групповые онлайн-конференции и индивидуальные онлайн-собеседования в Discord.

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 составляет на 01.01.2022 года 1 719 785 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 10 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для выполнения и контроля РГР.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные программы, создающие визуализацию бифуркаций Андронова–Хопфа, удвоения периода, странного аттрактора Лоренца.

Демонстрационные расчётные модули в EXCEL для ознакомления с методологией выполнения наиболее сложных заданий в РГР.

Примеры выполнения РГР.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим

занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	10	Бессрочно
2	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 47837477	10	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Качественная теория дифференциальных уравнений	<p>Знает: теоретические основы качественной теории дифференциальных уравнений, теории бифуркаций, теории хаоса, неравновесной термодинамики; типы неподвижных точек и методы их определения; сценарии возникновения в нелинейных системах колебательных и хаотических режимов и их характерные особенности.</p> <p>Умеет: определять неподвижные точки систем и их тип; строить фазовые портреты двумерных систем; прогнозировать эволюцию физико-химических систем на основе их математических моделей.</p> <p>Владеет: методами исследования устойчивости линейных и нелинейных систем; практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции физико-химических систем; навыками визуализации результатов прогнозирования.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 1, задания № 1–4 (наивысший балл – 11).</p> <p>Оценка за РГР № 1 (наивысший балл – 10).</p> <p>Оценка на зачёте.</p>
Раздел 2. Элементы бифуркационного анализа и теории хаоса	<p>Знает: теоретические основы качественной теории дифференциальных уравнений, теории бифуркаций, теории хаоса, неравновесной термодинамики; основные типы бифуркаций в нелинейных системах; сценарии возникновения в нелинейных системах колебательных и хаотических режимов и их характерные особенности.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 1, задания № 5, 6 (наивысший балл – 6).</p> <p>Оценка за РГР № 2 и 3</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>Умеет: строить фазовые портреты двумерных систем; прогнозировать эволюцию физико-химических систем на основе их математических моделей.</p> <p>Владеет: методами исследования устойчивости линейных и нелинейных систем; практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции физико-химических систем; навыками визуализации результатов прогнозирования; навыками выявления возможных сценариев эволюции систем по их глобальным фазовым портретам.</p>	<p>(наивысший балл – 20). Оценка на зачёте.</p>
<p>Раздел 3. Основы термодинамики неравновесных процессов</p>	<p>Знает: теоретические основы качественной теории дифференциальных уравнений, теории бифуркаций, теории хаоса, неравновесной термодинамики; методы термодинамического анализа открытых физико-химических систем.</p> <p>Умеет: проводить термодинамический анализ открытых физико-химических систем с целью выявления дестабилизирующих процессов; прогнозировать эволюцию физико-химических систем на основе их математических моделей.</p> <p>Владеет: методами исследования устойчивости линейных и нелинейных систем.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2 (наивысший балл – 13). Оценка на зачёте.</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 в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

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

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Методы нелинейной динамики в нанопроцессах»

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа

«Материалы и технологии наноинженерии»

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.
		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»**

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Наносистемы и технологии в микро- и наноэлектронике»

Направление подготовки –28.04.02 Наноинженерия

**Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»**

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«25» мая 2022 г.

Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Программа составлена:

профессором кафедры кибернетики ХТП, д.т.н. Писаренко Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Наносистемы и технологии в микро- и нанoeлектронике» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, вычислительной математики, общей и неорганической химии, органической химии, макрокинетики химических процессов, гетерогенного катализа, физико-химических основ наноинженерии.

Цель дисциплины: освоение магистрантами основ теории физики и химии твердых тел для решения задач описания процессов, происходящих в наноструктурных системах; ознакомления магистрантов с основными принципами работы нанодиодов на основе нанотрубок, полевых нанотранзисторов на основе полупроводниковых и металлических нанотрубок, графена, одноэлектронных транзисторов с наноразмерными проводящими каналами, спиновых полевых нанотранзисторов с переносом заряда, биполярных транзисторов и тиристоров; приобретение практических навыков построения их моделей, вычисления основных характеристик и параметров устройств; ознакомление с процессами изготовления интегральных схем (ИС) и основными подготовительными операциями: фотолитография, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация.

Задачи дисциплины:

- освоение магистрантами основ теории физики и химии твердых тел для решения задач описания процессов, происходящих в наноструктурных системах;
- приобретение практических навыков построения моделей полупроводниковых диодов, МОП транзисторов, биполярных транзисторов и тиристоров;
- приобретение практических навыков решения уравнений моделей полупроводниковых диодов, МОП транзисторов, биполярных транзисторов и тиристоров и вычисления основных характеристик и параметров устройств;
- ознакомление с процессами изготовления ИС и основными подготовительными операциями: фотолитография, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация.

Дисциплина «Наносистемы и технологии в микро- и нанoeлектронике» в соответствии с учебным планом подготовки магистра преподается в третьем семестре и заканчивается зачетом с оценкой. 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 «Наносистемы и технологии в микро- и нанoeлектронике» направлено на приобретение следующих **профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации</p>	<p>ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов</p> <p>ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

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
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники</p>	<p>ПК-4.1 Знает физико-химические характеристики различных видов наноматериалов и наноструктур и основные методы их исследования и измерения параметров.</p> <p>ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием.</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 593н. Обобщенная трудовая функция D: Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. D/01.7: Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 7)</p>

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
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций</p>	<p>ПК-5.1 Знает физико-химические основы процессов и технологий nanoиндустрии.</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.004 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.02.2014 № 72н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования (уровень квалификации – 7)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.020 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.04.2014 № 234н.</p> <p>Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования (уровень квалификации – 7)</p>
			<p>ПК-5.3 Владеет навыками анализа научных основ нанопроцессов, наносистем и нанотехнологий.</p>	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- классификацию наноматериалов и их использование в микро- и нанoeлектронике;
- физическую сущность эффекта квантового ограничения, баллистического транспорта носителей заряда, туннельного и спинового эффектов;
- основы зонной теории твердого тела;
- физические механизмы явлений переноса в полупроводниках;
- способы легирования полупроводников;
- вид и физический смысл функции распределения Ферми-Дирака и ее использование для расчета концентраций носителей заряда в полупроводнике;
- особенности равновесных и неравновесных процессов на границе раздела гетероструктур, особенности переноса в низкоразмерных структурах;
- принцип работы нанодиодов на основе нанотрубок;
- принципы работы полевых нанотранзисторов на основе полупроводниковых и металлических нанотрубок, на основе графена, одноэлектронных транзисторов с наноразмерными проводящими каналами, спиновых полевых нанотранзисторов с переносом заряда;
- структуру биполярного нанотранзистора и принцип его работы; принцип работы тиристора;
- классификацию интегральных схем, процессы изготовления ИС и подготовительные операции: фотолитографию, эпитаксию, термическое оксидирование, ионную имплантацию, металлизацию;
- перспективы развития микро- и нанoeлектроники.

Уметь:

- выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач нанoинженерии;
- проводить классификацию наноматериалов и наноустройств в области их применения;
- записать стационарные и нестационарные уравнения Шредингера для криволинейной системы координат и для различного типа начальных и граничных условий, сформулировать физическую сущность волновых функций Блоха и установить свойства поверхностей потенциальной энергии;
- объяснить физико-химическую сущность термоэлектронной эмиссии, собственную и примесную проводимость полупроводников, оценить тепловую ионизацию примесных атомов;
- использовать основы теории физики и химии твердых тел для решения задач описания процессов, происходящих в наноструктурных системах;
- объяснить возникновение состояний Тамма и Шокли вследствие нарушения периодичности кристаллической решетки и внутреннего электрического поля в кристалле;
- применять модели нанoeлектронных приборов для пояснения принципов их работы;
- осуществлять построение моделей полупроводниковых диодов, МОП транзисторов, биполярных транзисторов и тиристоров;
- анализировать и пояснять основные технологические подготовительные операции в процессе изготовления ИС (фотолитография, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация).

Владеть:

- современной терминологией в области наноматериалов и нанoeлектроники;
- методами построения оптимальной стратегии проведения исследований при решении задач нанoинженерии;
- методами теоретического анализа физических процессов нанoeлектроники;
- математическим аппаратом для решения уравнения Шредингера с коэффициентами, являющимися периодическими функциями;
- классификацией сверхпроводящих элементов периодической таблицы Д.И.

Менделеева и их сплавов;

- основными понятиями и закономерностями явлений переноса в условиях стационарной неравновесности, дрейфовой и диффузионной электропроводности;
- методами оценки квазипотенциалов Ферми для электронов и дырок;
- методами решения уравнений моделей полупроводниковых диодов, МОП транзисторов, биполярных транзисторов и тиристоров;
- практическими навыками применения вычислительной техники для решения задач, изучаемых в настоящей дисциплине.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,88	68	51
в том числе в форме практической подготовки	0,19	7	5,25
Лекции	0,94	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,19	7	5,25
Самостоятельная работа	3,12	112	84
Контактная самостоятельная работа	3,12	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		111,6	83,7
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Акад. Часов			
		Всего	Лекции	ПЗ	СР
	Введение. Основные определения микро- и нанoeлектроники. Роль современной нанотехнологии, физики и физико-химии в создании полупроводниковых приборов, интегральных схем и ЭВМ с большим объемом памяти и быстродействием.	0,5	0,5	-	-
1	Раздел 1. Классификация наноматериалов и их использование в микро- и нанoeлектронике.	20	2	3	15
1.1	Классификация наноматериалов. Квантовые пленки, квантовые нити, квантовые точки. Энергетические диаграммы и плотности электронных состояний для 2D, 1D, 0D структур в сравнении с трехмерной структурой.	7	1	1	5
1.2	Поведение подвижных носителей заряда в наноструктурах. Эффект квантового ограничения. Баллистический транспорт носителей заряда. Туннельные и спиновые эффекты. Одноэлектронное и резонансное туннелирование.	6,5	0,5	1	5

1.3	Зависимость свойств наноматериалов от размеров структуры. Классификация видов наносистемной техники по функциональному назначению.	6,5	0,5	1	5
2	Раздел 2. Основные понятия физики и химии твердых тел	16	2	4	10
2.1	Квантовая теория атомов и молекул.	3	-	1	2
2.2	Зонная теория твердых тел. Зоны Бриллюэна.	4	1	1	2
2.3	Уравнение Шредингера для периодической потенциальной функции. Общие свойства собственных значений энергии и волновых функций. Волновая функция Блоха.	3	-	1	2
2.4	Решетка Браве и группы трансляций.	6	1	1	4
3	Раздел 3. Полупроводниковые наноматериалы.	22	4	3	15
3.1	Легирование полупроводников. Донорные и акцепторные уровни в полупроводниках. Уровень Ферми.	15	3	2	10
3.2	Сверхпроводники в нанoeлектронике. Движение электронов в сверхпроводниках. Куперовские пары.	7	1	1	5
4	Раздел 4. Явления переноса в полупроводниках в условиях стационарной неравновесности.	16	4	2	10
4.1	Носители электрических зарядов в полупроводниках. Явления переноса в стационарных неравновесных режимах. Дрейфовая и диффузионная электропроводность.	10	4	1	5
4.2	Эффект Холла. Плотность заполнения квантовых уровней в зоне проводимости и в валентной зоне. Функция распределения Ферми-Дирака.	6	-	1	5
5	Раздел 5. Нестационарные процессы в полупроводниках.	15	3	2	10
5.1	Процессы генерации и рекомбинации. Уровни инжекции. Межзонные процессы. Процессы в объеме полупроводника. Поверхностные процессы.	7	1	1	5
5.2	Квазиуровни и квазипотенциалы Ферми. Явления переноса в динамически неравновесных условиях.	8	2	1	5
6	Раздел 6. Полупроводниковые устройства с р-п-переходом. Выпрямляющие нанодиоды на основе углеродных нанотрубок.	24	5	4	15
6.1	Полупроводниковые диоды. Равновесное состояние при р-п-переходе. Работа р-п-перехода во внешних электрических полях.	9	2	2	5
6.2	Математическая модель полупроводникового диода. Модель Шокли. Вольт-амперная характеристика идеального диода. Явления пробоя. Процессы переключения в диоде.	7	1	1	5
6.3	Использование углеродных нанотрубок (УНТ) при создании выпрямляющих нанодиодов.	8	2	1	5
7	Раздел 7. Полевые нанотранзисторы.	19	5	4	10
7.1	Модели МОП транзистора. Режимы обогащения, обеднения, инверсии. Поверхностный заряд МОП	6	2	2	2

	транзистора. Идеальный и реальный МОП конденсаторы.				
7.2	Полевые нанотранзисторы на основе металлических и полупроводниковых нанотрубок. Зависимость проводимости цепи нанотранзистора от потенциала затвора. Эффект туннельного переноса через металлическую нанотрубку.	5	1	2	2
7.3	Полевые нанотранзисторы на основе графена.	5	1	-	4
7.4	Спиновые полевые нанотранзисторы с переносом заряда.	3	1	-	2
8	Раздел 8. Биполярные транзисторы и тиристоры.	22	4	4	14
8.1	Структура биполярного транзистора и принцип его работы. Параметры работы транзисторов. Работа транзистора на постоянном и переменном токе.	9	2	2	5
8.2	Статическая модель биполярного транзистора. Модель Эберса-Молла. Области применения моделей.	8	1	2	5
8.3	Тиристоры. Управляемый тиристор.	5	1	-	4
9	Раздел 9. Интегральные схемы и процессы их изготовления.	17	2	5	10
9.1	Классификация интегральных схем. Преимущества и недостатки интегральных схем. Производство интегральных схем. Проектирование ИС интегральных схем на ЭВМ.	6	1	-	5
9.2	Процессы изготовления ИС. Подготовительные операции. Фотолитография, диффузия, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация. Сборка целевых приборов и их испытания.	11	1	5	5
10	Раздел 10. Биполярные интегральные схемы.	8	2	3	3
10.1	Биполярные транзисторы ИС. Транзистор типа n-p-n со скрытым слоем. Транзистор типа p-n-p с горизонтальной или вертикальной структурой.	3	1	1	1
10.2	Диоды ИС. Диоды Шоттки ИС.	3	1	1	1
10.3	Биполярные СБИС (сверхбыстродействующие электронные схемы).	2	-	1	1
	Заключение.	0,5	0,5	-	
	Всего	180	34	34	112

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Основные определения микро- и нанoeлектроники. Роль современной нанотехнологии, физики и физико-химии в создании полупроводниковых приборов, интегральных схем и ЭВМ с большим объемом памяти и быстродействием.

Раздел 1. Классификация наноматериалов и их использование в микро- и нанoeлектронике.

1.1. Классификация наноматериалов. Квантовые пленки, квантовые нити, квантовые точки. Энергетические диаграммы и плотности электронных состояний для 2D, 1D, 0D структур в сравнении с трехмерной структурой.

1.2. Поведение подвижных носителей заряда в наноструктурах. Эффект квантового ограничения. Баллистический транспорт носителей заряда. Туннельные и спиновые эффекты. Одноэлектронное и резонансное туннелирование.

1.3. Зависимость свойств наноматериалов от размеров структуры. Классификация видов наносистемной техники по функциональному назначению.

Раздел 2. Основные понятия физики и химии твердых тел

2.1 Квантовая теория атомов и молекул.

2.2. Зонная теория твердых тел. Пространственная протяженность электронных волновых функций. Энергетические зоны в твердых телах. Зонная структура проводников, полупроводников, диэлектриков. Зоны Бриллюэна.

2.3. Уравнение Шредингера для периодической потенциальной функции. Соотношения между собственным значением энергии и волновым числом. Общие свойства собственных значений энергии и волновых функций. Волновая функция Блоха.

2.4. Решетка Браве и группы трансляций. Свойства поверхности потенциальной энергии. Поверхность Ферми. Модель периодического поля в кристалле Кронига и Пенни.

Раздел 3. Полупроводниковые наноматериалы.

3.1. Легирование полупроводников. Донорные и акцепторные уровни в полупроводниках. Уровень Ферми. Зависимость энергии Ферми от температуры полупроводника.

3.2. Сверхпроводники. Движение электронов в сверхпроводниках. Куперовские пары как связанные состояния спаренных электронов. Деформация распределения Ферми в связи с образованием куперовской пары. Области применения сверхпроводников. Сверхпроводники в нанoeлектронике.

Раздел 4. Явления переноса в полупроводниках в условиях стационарной неравновесности.

4.1. Носители электрических зарядов в полупроводниках. Явления переноса в стационарных неравновесных режимах. Дрейфовая и диффузионная электропроводность.

4.2. Эффект Холла. Плотность заполнения квантовых уровней в зоне проводимости и в валентной зоне. Функция распределения Ферми-Дирака. Расчет концентраций носителей заряда в полупроводнике. Собственные и примесные полупроводники.

Раздел 5. Нестационарные процессы в полупроводниках.

5.1. Процессы генерации и рекомбинации. Уровни инжекции. Межзонные процессы. Процессы в объеме полупроводника. Поверхностные процессы. Внутреннее электрическое поле.

5.2. Квазиуровни и квазипотенциалы Ферми. Явления переноса в динамически неравновесных условиях. Основные модели электрических процессов в полупроводниках.

Раздел 6. Полупроводниковые устройства с р-п-переходом. Выпрямляющие нанодиоды на основе углеродных нанотрубок.

6.1. Полупроводниковые диоды. Равновесное состояние при р-п-переходе. Работа р-п-перехода во внешних электрических полях. Качественные свойства смещенного р-п-перехода. Барьерная емкость обратносмещенного р-п-перехода. 6.2. Математическая модель полупроводникового диода. Модель Шокли. Вольт-амперная характеристика идеального диода. Явления пробоя. Процессы переключения в диоде. Малосигнальные модели диода. Режим большого сигнала. Переход металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник. Диоды для оптоэлектроники. Солнечный элемент, светоизлучающий диод, лазеры с р-п-переходом и гетеропереходом.

6.3. Использование углеродных нанотрубок (УНТ) при создании выпрямляющих нанодиодов. Индексы хиральности УНТ. Дефекты строения нанотрубок. Структура локтевого соединения нанотрубок кресельного и зигзажного типов и изменение потенциального барьера для электронов проводимости. Энергия уровня Ферми и ширина запрещенных зон. Принцип работы нанодиодов на основе нанотрубок.

Раздел 7. Полевые нанотранзисторы.

7.1. Модели МОП транзистора. Режимы обогащения, обеднения, инверсии. Поверхностный заряд МОП транзистора. Идеальный и реальный МОП конденсаторы. Принципы их работы. Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом. Одноэлектронные транзисторы с наноразмерными проводящими каналами.

7.2. Полевые нанотранзисторы на основе металлических и полупроводниковых нанотрубок. Зависимость проводимости цепи нанотранзистора от потенциала затвора. Эффект туннельного переноса через металлическую нанотрубку.

7.3. Полевые нанотранзисторы на основе графена.

7.4. Спиновые полевые нанотранзисторы с переносом заряда.

Раздел 8. Биполярные транзисторы и тиристоры.

8.1. Структура биполярного транзистора и принцип его работы. Параметры работы транзисторов. Работа транзистора на постоянном и переменном токе.

8.2. Статическая модель биполярного транзистора. Модель Эберса-Молла. Области применения моделей.

8.3. Тиристоры. Управляемый тиристор.

Раздел 9. Интегральные схемы и процессы их изготовления.

9.1. Классификация интегральных схем. Преимущества и недостатки интегральных схем. Производство интегральных схем. Проектирование ИС интегральных схем на ЭВМ.

9.2. Процессы изготовления ИС. Подготовительные операции. Фотолитография, диффузия, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация. Сборка целевых приборов и их испытания.

Раздел 10. Биполярные интегральные схемы.

10.1. Биполярные транзисторы ИС. Транзистор типа n-p-n со скрытым слоем. Транзистор типа p-n-p с горизонтальной или вертикальной структурой.

10.2. Диоды ИС. Диоды Шоттки ИС.

10.3. Биполярные СБИС (сверхбыстродействующие электронные схемы).

Заключение. Перспективы развития микро- и нанoeлектроники. Материалы. Проектирование и процессы изготовления. Компьютерное моделирование ИС. Системная интеграция ИС. Молекулярные наноструктуры и их использование в электронных устройствах. Молекулярные переключатели.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ МАГИСТРА

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9	Раздел 10
	Знать:										
1.	Классификацию наноматериалов и их использование в микро- и нанoeлектронике	+									
2.	Физическую сущность эффекта квантового ограничения, баллистического транспорта носителей заряда, туннельного и спинового эффектов	+									
3.	Основы зонной теории твердого тела		+								
4.	Физические механизмы явлений переноса в полупроводниках; способы легирования полупроводников			+							
5.	Вид и физический смысл функции распределения				+						

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9	Раздел 10
	Ферми-Дирака и ее использование для расчета концентраций носителей заряда в полупроводнике;										
6.	Особенности равновесных и неравновесных процессов на границе раздела гетероструктур, особенности переноса в низкоразмерных структурах;					+					
7.	Принцип работы нанодиодов на основе нанотрубок;						+				
8.	Принципы работы полевых нанотранзисторов на основе полупроводниковых и металлических нанотрубок, на основе графена, одноэлектронных транзисторов с наноразмерными проводящими каналами, спиновых полевых нанотранзисторов с переносом заряда							+			
9.	Структуру биполярного транзистора и принцип его работы; Принцип работы тиристора;								+		
10.	Классификацию интегральных схем; Процессы изготовления ИС и подготовительные операции;									+	+
11.	Перспективы развития микро- и наноэлектроники										+
	Уметь:										
12.	Выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач наноинженерии										+
13.	Проводить классификацию наноматериалов и наноустройств в области их применения	+									
14.	Записать стационарные и нестационарные уравнения Шредингера для криволинейной системы координат и для различного типа начальных и граничных условий, сформулировать физическую сущность волновых функций Блоха и установить свойства поверхностей потенциальной энергии		+								
15.	Объяснить физико-химическую сущность термоэлектронной эмиссии, собственную и примесную проводимость полупроводников, оценить тепловую ионизацию примесных атомов			+							
16.	Использовать основы теории физики и химии твердых тел для решения задач описания процессов, происходящих в наноструктурных системах				+						
17.	Объяснить возникновение состояний Тамма и Шокли вследствие нарушения периодичности кристаллической решетки и внутреннего электрического поля в кристалле					+					
18.	Осуществлять построение моделей полупроводниковых диодов, МОП транзисторов, биполярных транзисторов и тиристоров						+	+	+		
19.	Применять модели наноэлектронных приборов для пояснения принципов их работы						+	+	+		

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9	Раздел 10
		20.	Анализировать и пояснять основные технологические подготовительные операции в процессе изготовления ИС (фотолитография, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация)								
	Владеть:										
21.	Современной терминологией в области наноматериалов и наноэлектроники	+									
22.	Методами построения оптимальной стратегии проведения исследований при решении задач наноинженерии										+
23.	Методами теоретического анализа физических процессов наноэлектроники						+			+	
24.	Математическим аппаратом для решения уравнения Шредингера с коэффициентами, являющимися периодическими функциями;		+								
25.	Классификацией сверхпроводящих элементов периодической таблицы и их сплавов;			+							
26.	Основными понятиями и закономерностями явлений переноса в условиях стационарной неравновесности, дрейфовой и диффузионной электропроводности;				+						
27.	Методами оценки квазипотенциалов Ферми для электронов и дырок;					+					
28.	Методами решения уравнений моделей полупроводниковых диодов, МОП транзисторов, биполярных транзисторов и тиристоров						+	+	+		
29.	Практическими навыками применения вычислительной техники для решения задач, изучаемых в настоящей дисциплине				+						
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:											
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК									
30.	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов		+				+	+	+	+
		ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и			+	+	+	+	+	+	

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9	Раздел 10
		анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ									+	+
		ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации		+	+	+	+	+	+	+	+	+
31.	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	ПК-4.1 Знает физико-химические характеристики различных видов наноматериалов и наноструктур и основные методы их исследования и измерения параметров.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием.						+	+	+	+	+
32.	ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций	ПК-5.1 Знает физико-химические основы процессов и технологий nanoиндустрии.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-5.3 Владеет навыками анализа научных основ нанопроцессов, наносистем и нанотехнологий.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1-1.3	Практическое занятие 1 Поведение подвижных носителей заряда в наноструктурах. Квантовомеханические решения физико-химических задач. Основы квантовой механики. Волны и частицы. Уравнение Шредингера. Операторы. Собственные функции и собственные значения оператора. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме. Оператор Гамильтона. Атом Бора. Многоэлектронные атомы. Теория Бора. Магнетон Бора.	3
2	2.1-2.2	Практическое занятие 2 Зонная теория твердого тела. Виды связей в твердых телах. Оператор Гамильтона для кристалла. Строение кристаллов. Уравнения состояния твердых тел. Простые кристаллические структуры. Межатомные связи. Внутримолекулярные силы. Гармонические одно- и двумерные осцилляторы. Колебания молекул. Затухающие гармонические колебания. Зоны Бриллюэна. Решетки Браве и группа трансляций. Обратная решетка. Волновые функции Блоха. Симметрия энергетических зон $\epsilon(k)$ внутри зоны Бриллюэна. Непрерывность функции $\epsilon(k)$ энергетических зон в зоне Бриллюэна. Свойство поверхностей постоянной энергии. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Зоны Бриллюэна для ромбоэдрических решеток.	2
3	2.3	Практическое занятие 3 Решения уравнения Шредингера для периодических полей кристаллов. Задание периодических энергетических функций для кристаллов различных типов. Основные свойства собственных значений и функций решений уравнений Шредингера. Соотношение между собственным значением энергии и волновым числом.	1
4	2.4	Практическое занятие 4 Модель Кронига и Пенни. Граничные условия и нумерация состояний. Функция Блоха. Существование функций Блоха по теореме Флоке. Построение алгебраических уравнений решения модели Кронига–Пенни. Определение разрешенных и запрещенных зон модели Кронига-Пенни.	1
5	3.1-3.2, 4.1-4.2	Практическое занятие 5 Полупроводниковые наноматериалы. Явления переноса в полупроводниках в условиях стационарной неравновесности.	5
6	5.1-5.2, 6.1-6.3	Практическое занятие 6 Нестационарные процессы в полупроводниках. Построение модели полупроводникового диода. Определение тока насыщения для диодов с толстой и тонкой базами.	6
7	7.1	Практическое занятие 7 Полевые транзисторы. Идеальный МОП транзистор. Принцип	2

		его работы. Вольт-амперные характеристики работы МОП транзистора. Построение энергетической диаграммы идеального МОП конденсатора и характеристик его работы в режимах обогащения, обеднения, инверсии.	
8	7.2	Практическое занятие 8 Построение модели нанотранзистора на основе нанотрубки. Расчет распределения электронной плотности в канале нанотранзистора на основе нанотрубки при известных напряжениях на затворе, истоке и стоке. Принцип работы нанотранзистора.	2
9	8.1-8.3	Практическое занятие 9 Построение статической модели биполярного транзистора. Расчет распределения концентраций носителей заряда в области базы, эмиттера, коллектора. Принцип работы биполярного транзистора. Схема включения транзистора. Параметры транзистора на постоянном и переменном токе	4
10	9.2	Практическое занятие 10 Процессы изготовления интегральных схем. Подготовительные операции.	5
11	10.1-10.3	Практическое занятие 11 Биполярные интегральные схемы.	3
		ИТОГО	34

6.2. Лабораторные работы

Лабораторный практикум по дисциплине «Наносистемы и технологии в микро- и нанoeлектронике» не предусмотрен.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению практических работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, WebofScience, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня,
- использование тестов промежуточного контроля знаний междисциплинарной автоматизированной системы обучения (АСО) для проверки знаний по отдельным разделам дисциплины,
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме зачёта с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

8.2. Темы и примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **3 контрольные работы**. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов.

РАЗДЕЛ 6.

Контрольная работа № 1. Решение типовых задач по разделу 6.1-6.3 дисциплины «Наносистемы и технологии в микро- и наноэлектронике»

Полупроводниковые диоды. Физические процессы в p-n-переходах. Математическая модель диода. Определить аналитически ток насыщения для диода с толстой базой.

Контрольная работа № 1 состоит из **3 заданий**. Задание № 1 оценивается **5 баллами**, задание № 2 – **5 баллами**, задание № 3 – **10 баллами**.

Максимальная оценка – 20 баллов.

РАЗДЕЛ 7.

Контрольная работа № 2 Решение типовых задач по разделу 8.

Пояснить работу полевого МОП транзистора. Рассчитать вольт-амперные характеристики работы транзистора.

Контрольная работа № 2 состоит из **2 заданий**. Задание № 1 оценивается **5 баллами**, задание № 2 – **15 баллами**.

Максимальная оценка – 20 баллов.

РАЗДЕЛ 8.

Контрольная работа № 3 Решение типовых задач по разделу 9.

Пояснить работу биполярного транзистора с p-n-p-переходом. Схема включения транзистора. Параметры транзистора на постоянном и переменном токе. Статическая модель биполярного транзистора. Рассчитать распределение концентраций носителей заряда в области базы, эмиттера, коллектора.

Контрольная работа № 3 состоит из **2 заданий**. Задание № 1 оценивается **5 баллами**, задание № 2 – **15 баллами**.

Максимальная оценка – 20 баллов.

Примеры контрольных работ

Контрольная работа № 1. Решение типовых задач по разделу 6.1-6.3 дисциплины «Наносистемы и технологии в микро- и нанoeлектронике»

Вариант 1

1. Рассмотреть особенности p - n - переходов в туннельных диодах по сравнению с обычными p - n -переходами. Почему необходимо учитывать квантово-размерные эффекты при работе туннельных диодов? Статические параметры туннельных диодов.

2. Предположить, что полупроводниковые диоды выполнены из кремния и из германия. Представить одномерную модель резкого (ступенчатого) p - n -перехода. Пояснить в каком случае резкий переход называется симметричным и несимметричным.

3. Представлена математическая модель полупроводникового диода (Модель Шокли).

$$I = I_{нас.} \left(e^{\frac{U}{kT}} - 1 \right), \text{ где } I_{нас.} - \text{ обратный ток насыщения.}$$

$$I_{нас.} = qn_i^2 A \left[\frac{D_n}{N_a L_n \text{th} \left(\frac{W_p}{L_p} \right)} + \frac{D_p}{N_d L_p \text{th} \left(\frac{W_n}{L_p} \right)} \right] \quad (1)$$

A – площадь поперечного сечения перехода, L_p – диффузионная длина дырок в n -области.

$L_p = (D_p \tau_p)^{1/2}$, $U_T = \frac{kT}{q}$ – температурный потенциал, U – внешнее напряжение.

Для толстой базы $W_p \gg L_n, W_n \gg L_p$, из-за рекомбинации носителей избыточная концентрация неосновных носителей обратится в нуль еще до того как носители достигнут области омического контакта.

Для тонкой базы $W_p \ll L_n, W_n \ll L_p$, рекомбинация носителей в нейтральных областях отсутствует.

Показать, что для диода с толстой и тонкой базами обратный ток насыщения выражается формулами (2)–(3)

Толстая база $I_{нас.} = qn_i^2 A \left[\frac{D_n}{N_a L_n} + \frac{D_p}{N_d L_p} \right] \quad (2)$

Тонкая база $I_{нас.} = qn_i^2 A \left[\frac{D_n}{N_a W_p} + \frac{D_p}{N_d W_n} \right] \quad (3)$

Контрольная работа №2 Решение типовых задач по разделу 7.

Пояснить работу полевого МОП транзистора. Рассчитать вольт-амперные характеристики работы транзистора.

Вариант 1

1. Какие существуют разновидности полевых транзисторов? Рассмотреть полевые нанотранзисторы на основе технологии КНИ.

2. Вычислить пороговое напряжение МОП транзистора с каналом p -типа и ориентацией границы (111). Транзистор имеет алюминиевый затвор. Толщина оксидного слоя составляет 120 нм, концентрация легирующих примесей в подложке $N_{d2} = 3 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$. Первоначальная концентрация легирующих примесей в подложке

$$N_{d1} = 10^{15} \text{ см}^{-3}$$

Из-за роста концентрации изменяется уровень Ферми E_F так как:

$$E_{F1} - E_i = kT \ln \frac{N_{d1}}{n_i} \quad (1)$$

$$E_{F2} - E_i = kT \ln \frac{N_{d2}}{n_i} \quad (2)$$

$$qU_F = E_{F2} - E_{F1} \quad (3)$$

Это приводит к тому, что изменяется величина $\Phi_{МП} = -0.3 + U_F$ (U_F – напряжение Ферми). При ориентации (111) поверхностная плотность заряда, локализованного на границе раздела полупроводник-оксид, $Q_{SS} = 8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} / \text{см}^2$. Собственная концентрация носителей $n_i = 1.4 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$.

Пояснить каков режим работы транзистора в этом случае.

Контрольная работа №3 Решение типовых задач по разделу 8.

Пояснить работу биполярного транзистора с *p-n-p*-переходом. Схема включения транзистора. Параметры транзистора на постоянном и переменном токе. Статическая модель биполярного транзистора. Рассчитать распределение концентраций носителей заряда в области базы, эмиттера, коллектора.

Вариант 1

1. Рассмотреть преимущества использования гетеротранзисторов на основе структур $n(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As})\text{-p}(\text{GaAs})\text{-n}(\text{GaAs})$ по сравнению с кремниевыми транзисторами.

2. Пояснить работу биполярного транзистора с *p-n-p*-переходом. Схема включения транзистора. Параметры транзистора на постоянном и переменном токе. Статическая модель биполярного транзистора.

Два биполярных транзистора типа *p-n-p* отличаются тем, что толщина базы одного из них составляет 0.9 толщины базы другого. Покажите, что токи в обоих транзисторах одинаковы в том случае, если напряжение база-эмиттер второго транзистора на 0.0027V больше, чем соответствующее напряжение первого транзистора.

- Предполагаем, что эффективная толщина базы значительно меньше диффузионной длины.
- Считаем, что рекомбинация носителей в базе не происходит
- Полагаем, что ток I_b складывается из I_1 (инжектируемого из эмиттера в базу) и I_2 (инжектируемого из базы в эмиттер)
- Считаем, что концентрация примесей в базе существенно меньше, чем в эмиттере и, что переход эмиттер-база можно заменить простым диодом

Изобразить энергетические диаграммы:

- для транзистора *n-p-n*, работающего в активном режиме при нормальном и инверсном включении

- для транзистора типа *p-n-p*, работающего в режимах насыщения и отсечки.

Примеры практических работ промежуточного контроля знаний

Практическая работа 1

Подготовка к практической работе 1 включает:

- Изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 1.1-1.3, 2.2-2.4, 3.1-3.2, 4.1-4.2, 5.1-5.2

Оформление отчета по практической работе 1 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.

2. Содержание.

3. Цель работы, задание.

4. Теоретическая часть. Рассмотреть зонную теорию твердого тела. Зоны Бриллюэна. Решетки Браве и группы трансляций. Волновые функции Блоха. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Уравнение Шредингера для периодических полей кристаллов. Основные свойства собственных значений и функций решений уравнений Шредингера.

5. Практическая часть. Решение уравнения Шредингера для периодических полей кристаллов. Задание периодических функций для кристаллов различных типов. Соотношение между собственным значением энергии и волновым числом.

6. Выводы по работе.

7. Библиографический список.

К защите представить отчёт в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

Практическая работа 2

Подготовка к практической работе 2 включает изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 6.1-6.3.

Оформление отчета по практической работе 2 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.

2. Содержание.

3. Цель работы, задание.

4. Теоретическая часть. Рассмотреть полупроводниковые диоды (равновесное состояние при p-n-переходе, работа p-n-перехода во внешних электрических полях, качественные свойства смещенного p-n-перехода, барьерная емкость обратносмещенного p-n-перехода). Математическая модель полупроводникового диода. Вольт-амперная характеристика идеального диода. Процессы переключения в диоде. Переход металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник. Использование углеродных нанотрубок (УНТ) при создании выпрямляющих нанодиодов. Структура локтевого соединения нанотрубок кресельного и зигзажного типов и изменение потенциального барьера для электронов проводимости. Энергия уровня Ферми и ширина запрещенных зон.

5. Практическая часть. Реализовать алгоритм расчета энергетических характеристик нанодиодов. Пояснить принцип работы нанодиодов.

6. Листинг программы.

7. Выводы по работе.

8. Библиографический список.

К защите представить отчёт в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

Практическая работа 3

Подготовка к практической работе 3 включает:

Изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 7.1-7.4

Оформление отчета по практической работе 3 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.

2. Содержание.

3. Цель работы, задание.

4. Теоретическая часть. Рассмотреть полевые нанотранзисторы. Вольт-амперные характеристики работы. Модели полевых нанотранзисторов.

5. Практическая часть. Реализовать алгоритм расчета энергетических характеристик нанотранзисторов. Пояснить принцип работы нанотранзисторов.

6. Листинг программы.

7. Выводы по работе.

8. Библиографический список.

К защите представить отчёт в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

Практическая работа 4

Подготовка к практической работе 4 включает:

Изучение материалов курса лекций разделов дисциплины 8.1-8.3

Оформление отчета по практической работе 4 проводится в соответствии со следующей структурой:

1. Титульный лист.

2. Содержание.

3. Цель работы, задание.

4. Теоретическая часть. Рассмотреть структуру биполярного транзистора. Работа транзистора на постоянном и переменном токе. Статическая модель биполярного транзистора.

5. Практическая часть. Реализовать алгоритм расчета энергетических характеристик биполярного транзистора.

6. Листинг программы.

7. Выводы по работе.

8. Библиографический список.

К защите представить отчёт в печатной форме и в электронном виде в формате PDF.

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

Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой – **40 баллов**. Билет содержит два теоретических вопроса, относящихся к разным разделам дисциплины. Максимальная оценка за каждый теоретический вопрос – **20 баллов**.

Примеры вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Классификация наноматериалов. Энергетические диаграммы и плотности электронных состояний для 2D, 1D, 0D структур в сравнении с трехмерной структурой (20 баллов)

2. Поведение подвижных носителей заряда в наноструктурах. Эффект квантового ограничения. Баллистический транспорт носителей заряда. Туннельные и спиновые эффекты. Одноэлектронное и резонансное туннелирование. (20 баллов)

3. Зонная теория твердых тел. Пространственная протяженность электронных волновых функций. Энергетические зоны в твердых телах. (20 баллов)
4. Уравнение Шредингера для периодической потенциальной функции. Соотношения между собственным значением энергии и волновым числом. Общие свойства собственных значений энергии и волновых функций. Волновая функция Блоха. (20 баллов)
5. Решетка Браве и группы трансляций. Свойства поверхности потенциальной энергии. Поверхность Ферми. Модель периодического поля в кристалле Кронига и Пенни. (20 баллов)
6. Донорные и акцепторные уровни в полупроводниках. Уровень Ферми. Зависимость энергии Ферми от температуры полупроводника. (20 баллов)
7. Носители электрических зарядов в полупроводниках. Явления переноса в стационарных неравновесных режимах. Дрейфовая и диффузионная электропроводность. Эффект Холла. Плотность заполнения квантовых уровней в зоне проводимости и в валентной зоне. (20 баллов)
8. Функция распределения Ферми-Дирака. Расчет концентраций носителей заряда в полупроводнике. Собственные и примесные полупроводники. (20 баллов)
9. Сверхпроводники. Движение электронов в сверхпроводниках. Куперовские пары как связанные состояния спаренных электронов. Деформация распределения Ферми в связи с образованием куперовской пары. Сверхпроводники в нанoeлектронике. (20 баллов)
10. Полупроводниковые диоды. Равновесное состояние при p-n-переходе. Работа p-n-перехода во внешних электрических полях. Качественные свойства смещенного p-n-перехода. Барьерная емкость обратносмещенного p-n-перехода. (20 баллов)
11. Математическая модель полупроводникового диода. Модель Шокли. Вольт-амперная характеристика идеального диода. Явления пробоя. Процессы переключения в диоде. Малосигнальные модели диода. Режим большого сигнала. Переход металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник. Диоды для оптоэлектроники. (20 баллов)
12. Использование углеродных нанотрубок (УНТ) при создании выпрямляющих нанодиодов. Дефекты строения нанотрубок. Структура локтевого соединения нанотрубок кресельного и зигзажного типов и изменение потенциального барьера для электронов проводимости. Энергия уровня Ферми и ширина запрещенных зон. Принцип работы нанодиодов на основе нанотрубок. (20 баллов)
13. Модели МОП транзистора. Режимы обогащения, обеднения, инверсии. Поверхностный заряд МОП транзистора. Идеальный и реальный МОП конденсаторы. Принципы их работы. Полевой транзистор с управляющим p-n-переходом. (20 баллов)
14. Полевые нанотранзисторы на основе металлических и полупроводниковых нанотрубок. Зависимость проводимости цепи нанотранзистора от потенциала затвора. Эффект туннельного переноса через металлическую нанотрубку. (20 баллов)
15. Одноэлектронные транзисторы с наноразмерными проводящими каналами. Принцип работы. (20 баллов)
16. Полевые нанотранзисторы на основе графена. Принцип работы. (20 баллов)
17. Спиновые полевые нанотранзисторы с переносом заряда. Принцип работы. (20 баллов)
18. Структура биполярного транзистора и принцип его работы. Параметры работы транзисторов. Работа транзистора на постоянном и переменном токе. (20 баллов)
19. Статическая модель биполярного транзистора. Модель Эберса-Молла. Области применения моделей. (20 баллов)
20. Тиристоры. Управляемый тиристор. (20 баллов)
21. Классификация интегральных схем. Преимущества и недостатки интегральных схем. Производство интегральных схем. (20 баллов)
22. Проектирование ИС интегральных схем на ЭВМ. Сборка целевых приборов и их испытания. (20 баллов)
23. Процессы изготовления ИС. Подготовительные операции. Фотолитография. (20 баллов)
24. Процессы изготовления ИС. Подготовительные операции. Эпитаксия. Термическое окисление. (20 баллов)

25. Процессы изготовления ИС. Подготовительные операции. Ионная имплантация, металлизация. (20 баллов)
26. Биполярные транзисторы ИС. Транзистор типа n-p-n со скрытым слоем. Транзистор типа p-n-p с горизонтальной или вертикальной структурой.
27. Диоды ИС. Диоды Шоттки ИС. Биполярные СБИС (сверхбыстродействующие электронные схемы). (20 баллов)
28. Молекулярные наноструктуры и их использование в электронных устройствах. Молекулярные переключатели. (20 баллов)
29. Перспективы развития микро- и нанoeлектроники. Материалы. Проектирование и процессы изготовления. (20 баллов)
30. Компьютерное моделирование ИС. Системная интеграция ИС. (20 баллов)

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

8.4. Структура и пример билета для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «Наносистемы и технологии в микро- и нанoeлектронике» включает контрольные задания по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет включает 2 теоретических задания (по 20 баллов каждое задание).

Максимальная оценка – 40 баллов.

<p>«Утверждаю» зав. кафедрой Глебов М.Б.</p> <p>(Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра кибернетики химико-технологических процессов</p>
	<p>28.04.02 Наноинженерия Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»</p>
	<p>НАНОСИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ</p>
<p>Билет № 10</p> <p>1. Поведение подвижных носителей заряда в наноструктурах. Эффект квантового ограничения. Баллистический транспорт носителей заряда. Туннельные и спиновые эффекты. Одноэлектронное и резонансное туннелирование. (20 баллов)</p> <p>2. Полевые нанотранзисторы на основе металлических и полупроводниковых нанотрубок. Зависимость проводимости цепи нанотранзистора от потенциала затвора. Эффект туннельного переноса через металлическую нанотрубку. (20 баллов)</p>	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература.

1. Писаренко Е.В., Писаренко В.Н. Теория планирования эксперимента. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. 60 с.
2. Борисенко В.Е. и др. Нанoeлектроника: теория и практика. М: Бинوم: лаборатория знаний, 2013. 366с.

Б) Дополнительная литература.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- «Нано- и микросистемная техника», ISSN – 1813-8586;
- «Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics», ISSN – 1555-130X (Print);
- «Наноиндустрия», ISSN – 1993-8578;
- «Нанотехнологии: разработка, применение — XXI век». ISSN – 2225-098;
- «Российскиенанотехнологии», ISSN– 1992-7223;
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354;
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Средства обеспечения освоения дисциплины.

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 9, (общее число слайдов – 400);
- банк вариантов контрольной работы № 1 – 30;
- банк вариантов контрольной работы № 2 – 30;
- банк вариантов контрольной работы № 3 – 30;
- банк билетов для зачета с оценкой – 30;
- предустановленное лицензионное программное обеспечение в компьютерном классе (Windows 7, MicrosoftOffice 2010).

Имеются дополнительные средства для изучения дисциплины: электронные учебные пособия, библиотека программ для решения уравнений моделей, задания к практическим занятиям (60 задач), задания к самостоятельным работам (60 задач).

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн.

- тематическая группа в социальной сети Вконтакте, доступ к групповым чатам (Discord), к вебинарам (Zoom, Discord, MStears), групповой электронной почте, онлайн-конференции в Zoom, Skype.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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

В соответствии с учебным планом занятия проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 10 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, MicrosoftExcel) и выходом в Интернет для проведения практических занятий.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционной дисциплины.

Демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям.

Обеспеченность современными учебными пособиями, выпущенными преподавателями кафедры КХТП для магистров, высокая. Ко всем научным изданиям и учебным пособиям, выпущенным через РИО РХТУ им. Д.И. Менделеева, имеется доступ через фонды информационно-библиотечного фонда. Кроме того, большинство дисциплин, преподаваемых на кафедре, имеют развернутую информационно-образовательную и информационно-методическую поддержку, к ресурсам в сети Интернет.

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы представлены на сайте кафедры <http://khttp.mucltr.ru>.

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

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5. При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки. Все компьютеры объединены в единую локальную сеть и имеют доступ к глобальной сети Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath 	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Классификация наноматериалов и их использование в микро- и нано-электронике.	Знает: Классификацию наноматериалов и их использование в микро- и наноэлектронике; Физическую сущность эффекта квантового ограничения, баллистического транспорта носителей заряда, туннельного и спинового эффектов. Умеет: Проводить классификацию наноматериалов	Оценка на зачете с оценкой.

	и наноустройств в области их применения. Владеет: Современной терминологией в области наноматериалов и нанoeлектроники.	
Раздел 2. Основные понятия физики и химии твердых тел	Знает: Основы зонной теории твердого тела. Умеет: Записать стационарные и нестационарные уравнения Шредингера для криволинейной системы координат и для различного типа начальных и граничных условий, Сформулировать физическую сущность волновых функций Блоха и установить свойства поверхностей потенциальной энергии. Владеет: Математическим аппаратом для решения уравнения Шредингера с коэффициентами, являющимися периодическими функциями.	Оценка на зачете с оценкой.
Раздел 3. Полупроводниковые наноматериалы.	Знает: Физические механизмы явлений переноса в полупроводниках, способы легирования полупроводников. Умеет: Объяснить физико-химическую сущность термоэлектронной эмиссии, собственную и примесную проводимость полупроводников, оценить тепловую ионизацию примесных атомов. Владеет: Классификацией сверхпроводящих элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева и их сплавов.	Оценка на зачете с оценкой.
Раздел 4. Явления переноса в полупроводниках в условиях стационарной неравновесности.	Знает: Вид и физический смысл функции распределения Ферми-Дирака и ее использование для расчета концентраций носителей заряда в полупроводнике. Умеет: Использовать основы теории физики и химии твердых тел для решения задач описания процессов, происходящих в наноструктурных системах. Владеет: Практическими навыками применения вычислительной техники для решения задач, изучаемых в настоящей дисциплине; основными понятиями и закономерностями явлений переноса в условиях стационарной неравновесности, дрейфовой и диффузионной электропроводности.	Оценка на зачете с оценкой.
Раздел 5. Нестационарные процессы в полупроводниках.	Знает: Особенности равновесных и неравновесных процессов на границе раздела гетероструктур, особенности переноса в низкоразмерных структурах. Умеет: Объяснить возникновение состояний Тамма и Шокли вследствие нарушения периодичности кристаллической решетки и внутреннего электрического поля в кристалле. Владеет: Методами оценки квазипотенциалов Ферми для электронов и дырок.	Оценка на зачете с оценкой.
Раздел 6. Полупроводниковые устройства с p-n-переходом.	Знает: Принцип работы нанодиодов на основе нанотрубок. Умеет: Осуществлять построение моделей полупроводниковых диодов. Владеет: Методами решения уравнений моделей	Оценка за контрольную работу №1 по (наивысший балл 20).

	полупроводниковых диодов.	Оценка на зачете с оценкой.
Раздел 7. Полевые нанотранзисторы.	Знает: Принципы работы полевых нанотранзисторов на основе полупроводниковых и металлических нанотрубок, на основе графена, одноэлектронных транзисторов с наноразмерными проводящими каналами, спиновых полевых нанотранзисторов с переносом заряда. Умеет: Осуществлять построение моделей МОП транзисторов. Владеет: Методами решения уравнений моделей МОП транзисторов.	Оценка за контрольную работу №2 (наивысший балл 20). Оценка на зачете с оценкой.
Раздел 8. Биполярные транзисторы и тиристоры.	Знает: Структуру биполярного транзистора и принцип его работы; Принцип работы тиристора. Умеет: Осуществлять построение моделей биполярных транзисторов и тиристоров. Владеет: Методами решения уравнений моделей биполярных транзисторов, тиристоров.	Оценка за контрольную работу №3(наивысший балл 20). Оценка на зачете с оценкой.
Раздел 9. Интегральные схемы и процессы их изготовления.	Знает: Классификацию интегральных схем; Процессы изготовления ИС и подготовительные операции. Умеет: Анализировать и пояснять основные технологические подготовительные операции в процессе изготовления ИС (фотолитография, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация). Владеет: Методами теоретического анализа физических процессов нанoeлектроники.	Оценка на зачете с оценкой.
Раздел 10. Биполярные интегральные схемы.	Знает: Перспективы развития микро- и нанoeлектроники. Умеет: Выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач нанoинженерии. Владеет: Методами построения оптимальной стратегии проведения исследований при решении задач нанoинженерии	Оценка на зачете с оценкой.

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

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __. __.20 __, протокол №

___, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № ___;

– 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 РПД

по дисциплине «Наносистемы и технологии в микро- и нанoeлектронике»

основной образовательной программы
28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа
«Материалы и технологии наноинженерии»
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»**

««УТВЕРЖДАЮ»»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Планирование и организация проведения эксперимента»

Направление подготовки –28.04.02 Наноинженерия

**Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»**

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена: профессором кафедры кибернетики ХТП, д.т.н. Писаренко Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Планирование и организация проведения эксперимента**» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, вычислительной математики, макрокинетики химических процессов, гетерогенного катализа, общей и неорганической химии, органической химии.

Цель дисциплины – научить магистранта активно применять методы и средства основ теории планирования и анализа непрерывного и статического эксперимента для решения конкретных задач выбора научных гипотез о механизме протекания изучаемых нанопроцессов; построения моделей для возможных гипотез; проверке адекватности моделей нанопроцессов результатам эксперимента и направленной коррекции моделей; прецизионной оценки параметров моделей и выбора модели из совокупности конкурирующих, отражающей основные особенности динамики и статики изучаемых нанопроцессов.

Задачи дисциплины:

– освоение магистрантами основ теории оценивания констант линейно- и нелинейно параметризованных моделей, в том числе байесовских методов оценивания, методов наименьших квадратов и максимального правдоподобия,

– приобретение практических навыков построения планов эксперимента со свойствами D-,A-,E-,G- оптимальности,

– приобретение практических навыков планирования дискриминирующих экспериментов и решения проблемы поиска высокоточных математических моделей исследуемых нанопроцессов.

Дисциплина «Планирование и организация проведения эксперимента» преподается в третьем семестре и заканчивается экзаменом. 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 «Планирование и организация проведения эксперимента» направлено на приобретение следующих **профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области нанотехнологии и решать их.</p>	<p>ПК-1.1 Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в нанотехнологии и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы.</p> <p>ПК-1.2 Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-1.3 Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации</p>	<p>ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>
--	--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- методы планирования научного эксперимента и построения моделей нанопроцессов и наносистем;
- основы теории оценивания параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей нанопроцессов и наносистем;
- планы эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Критерии оптимальности планов D-, A-, E-, G- и их геометрическую интерпретацию. Метод случайного баланса;
- сущность теоремы эквивалентности;
- байесовский подход к прецизионной оценке параметров линейно- и нелинейно параметризованных моделей нанопроцессов и наносистем;
- непрерывные оптимальные планы эксперимента для оценки параметров моделей нанопроцессов и наносистем. Методы синтеза оптимальных тестирующих индикаторных сигналов;
- методы проверки статистических гипотез. Критерии проверки гипотез. Функции мощности критерия, несмещенные и равномерно наиболее мощные критерии;
- методы планирования динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора с наночастицами, каталитического реактора
- методы дискриминации математических моделей – энтропийный, отношения вероятностей;
- обобщенные критерии оптимальности при планировании дискриминирующих экспериментов при решении задач нанотехнологии.

Уметь:

- выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач нанотехнологии;
- осуществлять построение моделей нанопроцессов и наносистем и моделей экспериментального оборудования для реализации нанопроцессов;
- оценивать параметры линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликовых моделей нанопроцессов и наносистем;
- синтезировать оптимальные тестирующие индикаторные сигналы;
- планировать проведение динамического эксперимента для оценки параметров моделей нанопроцессов и наносистем;
- проводить оценку информативности эксперимента;
- использовать неявные конечно-разностные и коллокационные методы решения уравнений моделей нанопроцессов и наносистем;
- использовать методы Бартлетта и Хагао – проверки адекватности многооткликовых моделей нанопроцессов и наносистем экспериментальным данным;
- осуществлять дискриминацию математических моделей нанопроцессов с использованием критериев дискриминации, основанных на качественном и количественном анализе динамических и статических свойств моделей (χ^2 -критерий, энтропийный критерий Кульбака, обобщенный критерий отношения вероятностей);
- проводить оценку надежности принятия решений о выборе наилучшей модели;
- использовать методы случайного баланса и построения сверхнасыщенных планов эксперимента для разработки новых наноматериалов и новых полифункциональных катализаторов.

Владеть:

- методами планирования непрерывного и статического эксперимента для установления оптимальной стратегии проведения экспериментальных исследований нанопроцессов и наносистем;

- методами построения оптимальных планов на основе теоремы эквивалентности.
- методами синтеза оптимальных тестирующих индикаторных сигналов для построения высокопрецизионных моделей нанопроцессов;
- методами проверки статистических гипотез;
- методами оценки параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей нанопроцессов и наносистем;
- методами проверки адекватности разработанных моделей нанопроцессов и наносистем экспериментальным данным;
- методами дискриминации математических моделей нанопроцессов и наносистем;
- практическими навыками применения вычислительной техники для решения задач, изучаемых в настоящей дисциплине.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,41	51	38,25
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа	2,59	93	69,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,59	93	69,75
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. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Акад. часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1 семестр					
	Введение. Классификация научных и научно-технических задач наноинженерии. Общие подходы к их решению.	0,5	0,5	-	-
1	Раздел 1. Лабораторные исследования нанопроцессов и наносистем, их цели и задачи. Лабораторные химические реакторы.	10	2	3	5
1.1	Цели и задачи лабораторных исследований нанопроцессов.	0,5	0,5	-	-

1.2	Типы моделей кинетики химических реакций.	1,0	0,5	0,5	-
1.3	Модели реакторов при стационарных и нестационарных условиях протекания химических процессов.	1,5	0,5	-	1
1.4	Конструкции лабораторных реакторов – проточные и проточно-циркуляционные реакторы.	1,5	0,5	-	1
1.5	Методика проведения лабораторных экспериментов.	1,0	-	-	1
1.6	Анализ результатов экспериментов.	1,5	-	0,5	1
1.7	Определение оценок параметров моделей по результатам лабораторного эксперимента. Применение методов статистического моделирования при определении соответствия математической модели результатам эксперимента.	3,0	-	2	1
2	Раздел 2 Основы теории оценивания. Оценка параметров линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликowych моделей нанопроцессов.	16	2	4	10
2.1	Выборочный метод, распределение выборки, выборочные оценки. Общие требования, предъявляемые к оценкам. Оптимальные линейные оценки.	4,0	0,5	0,5	3
2.2	Оценка параметров одно- и многооткликowych линейно и нелинейно параметризованных моделей при равноточных и неравноточных наблюдениях.	7,0	1	3	3
2.3	Неравенство информации, оценки с минимальной дисперсией и достаточные оценки. Асимптотические свойства оценок максимального правдоподобия.	5,0	0,5	0,5	4
3	Раздел 3 Планы эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Критерии оптимальности планов. Численные методы построения D-оптимальных и минимаксных планов при исследовании нанопроцессов и наносистем.	15	2	3	10
3.1	Планы экспериментов. Область экспериментирования. Спектр плана. Вероятностная мера плана. Точные и	3,0	0,5	0,5	2

	непрерывные оптимальные планы.				
3.2	Метод случайного баланса. Теория распознавания образов и методы теории регрессионного и конъюгентного анализа	3,5	0,5	1	2
3.3	D-, A-, E-, G-критерии оптимальности планов. Геометрическая интерпретация критериев оптимальности.	3,0	0,5	0,5	2
3.4	Численные методы построения D-оптимальных непрерывных планов эксперимента для линейно параметризованных однооткликowych и многооткликowych моделей.	5,5	0,5	1	4
4	Раздел 4. Теорема эквивалентности оптимальных планов.	8	1	2	5
4.1	Основные свойства информационной матрицы. Взвешенная сумма дисперсий оценок отклика. Нижняя граница максимальной величины взвешенной дисперсии оценки отклика.	1,5	0,5	-	1
4.2	Теорема эквивалентности оптимальных планов эксперимента, ее доказательство.	1,5	0,5	-	1
4.3	Использование утверждений теоремы эквивалентности при создании процедур построения планов эксперимента для нанопроцессов.	5	-	2	3
5	Раздел 5. Байесовский подход к оценке параметров линейно- и нелинейно параметризованных моделей нанопроцессов и наносистем.	13	1	2	10
5.1	Байесовский подход к решению задачи прецизионной оценки параметров модели. Субъективная интерпретация априорной информации. Апостериорная плотность распределения вероятностей вектора параметров и откликов модели.	3,0	0,5	0,5	2
5.2	Однооткликowych модели. Байесовские процедуры уточнения их параметров. Построение последовательных планов эксперимента.	4,5	-	0,5	4
5.3	Многооткликowych модели. Последовательные байесовские процедуры прецизионной оценки их параметров. Непрерывные планы	5,5	0,5	1	4

	эксперимента.				
6	Раздел 6. Непрерывные оптимальные планы эксперимента для оценки параметров кинетических моделей и моделей кинетики адсорбции. Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов.	16	2	4	10
6.1	Классификация задач непрерывной параметрической идентификации. Процедуры оптимальной организации лабораторного и стендового эксперимента.	3,5	0,5	-	3
6.2	Построение моделей экспериментального оборудования для реализации нанопроцессов.	4,5	0,5	1	3
6.3	Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов. Оценка информативности эксперимента.	5,5	0,5	2	3
6.4	Классификация кинетических моделей, моделей кинетики адсорбции. Основные математические методы решения уравнений моделей. Расчет информационной матрицы и величин критериев оптимальности планов.	2,5	0,5	1	1
7	Раздел 7. Планирование динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора с наночестрами, каталитического реактора.	16	2	4	10
7.1	Классификация идентифицируемых моделей структуры потоков в реакторе, моделей зерна катализатора с наночестрами, моделей каталитического реактора.	2,5	0,5	1	1
7.2	Планирование динамического эксперимента. Синтез оптимальных индикаторных сигналов, процедуры раздельной и совместной подачи различных индикаторов в исследуемый объект.	3,5	0,5	1	2
7.3	Неявные конечно-разностные и коллокационные методы решения уравнений моделей нанопроцессов и наносистем.	5,5	0,5	1	4
7.4	Построение оптимальных планов проведения динамического эксперимента. Оценка точности	4,5	0,5	1	3

	получаемых оценок параметров модели.				
8	Раздел 8. Проверка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Критерии проверки гипотез. Функция мощности критерия, несмещенные и равномерно наиболее мощные критерии.	15	1	4	10
8.1	Простые и сложные параметрические гипотезы. Нулевая гипотеза. Критерии статистической гипотезы. Основные статистики для формирования различных критериев. Ошибки первого и второго рода.	2,5	0,5	1	1
8.2	Функция мощности критерия. Несмещенный, наиболее мощный, равномерно наиболее мощный критерии. Условия существования равномерно наиболее мощного критерия, теорема Неймана-Пирсона.	6,0	-	1	5
8.3	Метод отношения правдоподобия. Методы Бартлетта и Хагао – проверки адекватности многоотклитковых моделей нанопроцессов и систем экспериментальным данным.	6,5	0,5	2	4
9	Раздел 9. Дискриминация математических моделей. Методы дискриминации – энтропийный, отношения вероятностей.	17	2	5	10
9.1	Общие подходы к дискриминации математических моделей нанопроцессов и наносистем. Недостатки традиционных методов дискриминации моделей.	5,0	0,5	0,5	4
9.2	Критерии дискриминации, основанные на качественном анализе динамических и статических свойств моделей. Количественные критерии дискриминации моделей - χ^2 -критерий, энтропийный критерий Кульбака, обобщенный критерий отношения вероятностей. Их основные достоинства и недостатки.	7,0	1	2	4
9.3	Построение процедур выбора модели, наиболее соответствующей экспериментальным данным, среди совокупности конкурирующих. Байесовские методы, методы обобщенного отношения	5,0	0,5	2,5	2

	вероятностей. Оценка надежности решений о выборе наилучшей модели.				
10	Раздел 10. Планирование дискриминирующих экспериментов. Обобщенные критерии оптимальности. Оценка надежности принимаемых решений.	17	1	3	13
10.1	Стратегия эффективного экспериментирования при дискриминации конкурирующих моделей. Дискриминантная функция Кульбака. Построение последовательного плана эксперимента, обеспечивающего максимальный прирост дискриминантной функции Кульбака.	6,5	0,5	1	5
10.2	Функция обобщенного отношения правдоподобия. Построение плана дискриминирующего эксперимента, обеспечивающего максимальный прирост суммы величин логарифма обобщенного отношения правдоподобия. Оценка надежности принимаемых решений.	6,0	-	1	5
10.3	Комплексные критерии дискриминации моделей и уточнение их параметров. Выбор оптимальной стратегии экспериментирования при решении задач наноинженерии.	4,5	0,5	1	3
	Заключение.	0,5	0,5	-	
	Экзамен	36	-	-	-
	Всего	180	17	34	93

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Классификация научных и научно-технических задач наноинженерии. Общие подходы к их решению.

Задачи дисциплины и ее роль при моделировании нанопроцессов и наносистем. Общие подходы к решению проблемы установления механизма изучаемых нанопроцессов построению по экспериментальным данным адекватных им математических моделей. Методы планирования научного эксперимента, оценки параметров моделей, проверка научных и научно-технических гипотез. Последовательный статистический анализ, построение функций потерь и статических решающих функций. Выбор оптимальной стратегии проведения экспериментальных исследований.

Раздел 1. Лабораторные исследования нанопроцессов и наносистем, их цели и задачи. Лабораторные химические реакторы.

1.1. Цели и задачи лабораторных исследований нанопроцессов.

1.2. Типы моделей кинетики химических реакций.

- 1.3. Модели реакторов при стационарных и нестационарных условиях протекания химических процессов.
- 1.4. Конструкции лабораторных реакторов – проточные и проточно-циркуляционные реакторы.
- 1.5. Методика проведения лабораторных экспериментов.
- 1.6. Анализ результатов экспериментов. Ошибки экспериментов скалярного и векторного типов. Плотности и функции распределения случайных ошибок эксперимента. Методы моделирования на ЭВМ случайных величин с априори заданными плотностями распределения. Преобразования скалярных и векторных случайных величин. Критерии независимости случайных величин. Линейные и нелинейные преобразования моделей химических процессов.
- 1.7. Определение оценок параметров моделей по результатам лабораторного эксперимента. Применение методов статистического моделирования при определении соответствия математической модели результатам эксперимента.

Раздел 2. Основы теории оценивания. Оценка параметров линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликowych моделей нанопроцессов и наносистем.

- 2.1. Выборочный метод, распределение выборки, выборочные оценки. Общие требования, предъявляемые к оценкам. Оптимальные линейные оценки.
- 2.2. Оценка параметров одно- и многооткликowych линейно и нелинейно параметризованных моделей при равноточных и неравноточных наблюдениях. Точечные оценки параметров, дисперсионно-ковариационная матрица оценок параметров, точечная оценка значений откликов, дисперсионно-ковариационная матрица точечных оценок значений откликов.
- 2.3. Неравенство информации, оценки с минимальной дисперсией и достаточные оценки. Оценка вектора параметров модели. Асимптотические свойства оценок максимального правдоподобия.

Раздел 3. Планы эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Критерии оптимальности планов. Численные методы построения D-оптимальных и минимаксных планов при исследовании нанопроцессов и наносистем.

- 3.1. Планы экспериментов. Область экспериментирования. Спектр плана. Вероятностная мера плана. Точные и непрерывные оптимальные планы.
- 3.2. Метод случайного баланса. Экспериментальное определение доминирующих эффектов факторов, среди общей совокупности конкурирующих, и существенно превышающие доминирующие и общее число поставленных опытов. Для оценки числа доминирующих факторов используются теория распознавания образов и методы теории регрессионного и конъюнктного анализа. Метод случайного баланса иллюстрируется на примерах синтеза материалов, используемых в катализе и микроэлектронике.
- 3.3. D-, A-, E-, G-критерии оптимальности планов. Геометрическая интерпретация критериев оптимальности.
- 3.4. Численные методы построения D-оптимальных непрерывных планов эксперимента для линейно параметризованных однооткликowych и многооткликowych моделей.

Раздел 4. Теорема эквивалентности оптимальных планов.

- 4.1. Основные свойства информационной матрицы. Взвешенная сумма дисперсий оценок отклика. Нижняя граница максимальной величины взвешенной дисперсии оценки отклика.
- 4.2. Теорема эквивалентности оптимальных планов эксперимента, ее доказательство.
- 4.3. Использование утверждений теоремы эквивалентности при создании процедур построения планов эксперимента для нанопроцессов.

Раздел 5. Байесовский подход к оценке параметров линейно- и нелинейно параметризованных моделей нанопроцессов и наносистем.

5.1. Байесовский подход к решению задачи прецизионной оценки параметров модели. Субъективная интерпретация априорной информации. Теорема Байеса. Апостериорная плотность распределения вероятностей вектора параметров и откликов модели.

5.2. Однооткликковые модели. Байесовские процедуры уточнения их параметров. Построение последовательных планов эксперимента.

5.3. Многооткликковые модели. Последовательные байесовские процедуры прецизионной оценки их параметров. Непрерывные планы эксперимента.

Раздел 6. Непрерывные оптимальные планы эксперимента для оценки параметров кинетических моделей и моделей кинетики адсорбции. Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов.

6.1. Классификация задач непрерывной параметрической идентификации. Процедуры оптимальной организации лабораторного и стендового эксперимента.

6.2. Построение моделей экспериментального оборудования для реализации нанопроцессов.

6.3. Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов. Оценка информативности эксперимента.

6.4. Классификация кинетических моделей, моделей кинетики адсорбции. Основные математические методы решения уравнений моделей. Расчет информационной матрицы и величин критериев оптимальности планов.

Раздел 7. Планирование динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора с наночастицами, каталитического реактора.

7.1. Классификация идентифицируемых моделей структуры потоков в реакторе, моделей зерна катализатора с наночастицами, моделей каталитического реактора.

7.2. Планирование динамического эксперимента. Синтез оптимальных индикаторных сигналов, процедуры раздельной и совместной подачи различных индикаторов в исследуемый объект.

7.3. Неявные конечно-разностные и коллокационные методы решения уравнений моделей нанопроцессов и наносистем.

7.4. Построение оптимальных планов проведения динамического эксперимента. Оценка точности получаемых оценок параметров модели.

Раздел 8. Проверка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Критерии проверки гипотез. Функция мощности критерия, несмещенные и равномерно наиболее мощные критерии.

8.1. Простые и сложные параметрические гипотезы. Нулевая гипотеза. Критерии статистической гипотезы. Основные статистики для формирования различных критериев. Ошибки первого и второго рода.

8.2. Функция мощности критерия. Несмещенный, наиболее мощный, равномерно наиболее мощный критерии. Условия существования равномерно наиболее мощного критерия, теорема Неймана-Пирсона.

8.3. Метод отношения правдоподобия. Методы Бартлетта и Хагао – проверки адекватности многооткликковых моделей нанопроцессов и наносистем экспериментальным данным.

Раздел 9. Дискриминация математических моделей. Методы дискриминации – энтропийный, отношения вероятностей.

9.1. Общие подходы к дискриминации математических моделей нанопроцессов и наносистем. Недостатки традиционных методов дискриминации моделей.

9.2. Критерии дискриминации, основанные на качественном анализе динамических и статических свойств моделей. Количественные критерии дискриминации моделей - χ^2 -

критерий, энтропийный критерий Кульбака, обобщенный критерий отношения вероятностей. Их основные достоинства и недостатки.

9.3. Построение процедур выбора модели, наиболее соответствующей экспериментальным данным, среди совокупности конкурирующих. Байесовские методы, методы обобщенного отношения вероятностей. Оценка надежности решений о выборе наилучшей модели.

Раздел 10. Планирование дискриминирующих экспериментов. Обобщенные критерии оптимальности. Оценка надежности принимаемых решений.

10.1. Стратегия эффективного экспериментирования при дискриминации конкурирующих моделей. Дискриминантная функция Кульбака. Построение последовательного плана эксперимента, обеспечивающего максимальный прирост дискриминантной функции Кульбака.

10.2. Функция обобщенного отношения правдоподобия. Построение плана дискриминирующего эксперимента, обеспечивающего максимальный прирост суммы величин логарифма обобщенного отношения правдоподобия. Оценка надежности принимаемых решений.

10.3. Комплексные критерии дискриминации моделей и уточнение их параметров. Выбор оптимальной стратегии экспериментирования при решении задач нанотехнологий.

Заключение. Заключительная лекция.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9	Раздел 10
	Знать:										
1.	Методы планирования научного эксперимента и построения моделей нанопроцессов и наносистем	+						+			
2.	Основы теории оценивания параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей нанопроцессов и наносистем	+	+						+		
3.	Планы эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Критерии оптимальности планов D-, A-, E-, G- и их геометрическую интерпретацию. Метод случайного баланса;			+							
4.	Сущность теоремы эквивалентности				+						
5.	Байесовский подход к прецизионной оценке параметров линейно- и нелинейно параметризованных моделей нанопроцессов и наносистем					+					
6.	Непрерывные оптимальные планы эксперимента для оценки параметров моделей нанопроцессов и наносистем. Методы синтеза оптимальных тестирующих индикаторных сигналов						+				
7.	Методы проверки статистических гипотез. Критерии проверки гипотез. Функции мощности критерия,								+		

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9	Раздел 10
	несмещенные и равномерно наиболее мощные критерии										
8.	Методы планирования динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора с наночестрами, каталитического реактора							+			
9.	Методы дискриминации математических моделей – энтропийный, отношения вероятностей									+	
10.	Обобщенные критерии оптимальности при планировании дискриминирующих экспериментов при решении задач нанотехнологии										+
	Уметь:										
11.	Выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач нанотехнологии.			+			+			+	+
12.	Осуществлять построение моделей нанопроцессов и наносистем и моделей экспериментального оборудования для реализации нанопроцессов	+					+				
13.	Оценивать параметры линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликковых моделей нанопроцессов и наносистем.		+								
14.	Синтезировать оптимальные индикаторные тестирующие сигналы						+				
15.	Планировать проведение динамического эксперимента для оценки параметров моделей нанопроцессов и наносистем							+			
16.	Проводить оценку информативности эксперимента					+					
17.	Использовать неявные конечно-разностные и коллокационные методы решения уравнений моделей нанопроцессов и наносистем							+			
18.	Использовать методы Бартлетта и Хагао – проверки адекватности многооткликковых моделей нанопроцессов и наносистем экспериментальным данным								+		
19.	Осуществлять дискриминацию математических моделей нанопроцессов с использованием критериев дискриминации, основанных на качественном и количественном анализе динамических и статических свойств моделей (χ^2 -критерий, энтропийный критерий Кульбака, обобщенный критерий отношения вероятностей)									+	
20.	Проводить оценку надежности принятия решений о выборе наилучшей модели								+		+
21.	Использовать методы случайного баланса и			+	+						

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9	Раздел 10	
	построения сверхнасыщенных планов эксперимента для разработки новых материалов и новых полифункциональных катализаторов											
	Владеть:											
22.	Методами планирования непрерывного и статического эксперимента для установления оптимальной стратегии проведения экспериментальных исследований нанопроцессов и наносистем	+		+								
23.	Методами построения оптимальных планов на основе теоремы эквивалентности.				+							
24.	Методами синтеза оптимальных тестирующих индикаторных сигналов для построения высокопрецизионных моделей нанопроцессов						+					
25.	Методами проверки статистических гипотез								+			
26.	Методами оценки параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей нанопроцессов и наносистем		+		+	+						
27.	Методами проверки адекватности разработанных моделей нанопроцессов и наносистем экспериментальным данным								+			
28.	Методами дискриминации математических моделей нанопроцессов и наносистем									+	+	
29.	Практическими навыками применения вычислительной техники для решения задач, изучаемых в настоящей дисциплине.							+				
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:												
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК										
30.	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области нанотехнологий и решать их.	ПК-1.1 Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в нанотехнологии и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы.		+	+	+		+	+		+	+
		ПК-1.2 Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности.		+	+	+						
		ПК-1.3 Владеет приемами обработки, анализа,		+	+	+	+	+	+	+	+	+

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7	Раздел 8	Раздел 9	Раздел 10
		интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.									
31.	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.2, 1.6-1.7	<i>Практическое занятие 1</i> 1. Определение условий классической корректности решения задач по Адамару и определение условий проверки научных гипотез по Колмогорову для заданных математических моделей (0.5 acad. ч) 2. Определение режимов работы физико-химических объектов по нелинейным математическим моделям. (0.5 acad. ч) 3. Определение векторов математических ожиданий и дисперсионно-ковариационных матриц для заданных двумерных плотностей распределения вероятностей (0.5 acad. ч) 4. Определение частных плотностей распределения по совместным плотностям распределения случайных векторов и определение условий независимости двух случайных векторов (0.5 acad. ч). 5. Формирование условных плотностей распределения (0.5 acad. ч). 6. Линейные преобразования нормальных случайных векторов и построение плотностей распределения преобразованных векторов (0.5 acad. ч).	3
2	2,2	<i>Практическое занятие 2</i> Определение неизвестных параметров двухоткликовых линейнопараметризованных моделей и расчет	2

		элементов дисперсионно-ковариационных матриц оценок параметров и откликов моделей.	
3	2,1, 2,3 3.1-3.4 4.3	<i>Практическое занятие 3</i> Построение непрерывного D-оптимального плана эксперимента при равноточных измерениях для заданных линейно-параметризованных двухоткликковых моделей.	3
4	2,1, 2,3 3.1-3.4 4.3	<i>Практическое занятие 4</i> Построение непрерывного G-оптимального плана эксперимента при неравноточных измерениях для заданных линейнопараметризованныхдвухоткликковых моделей.	3
5	5.1-5.3	<i>Практическое занятие 5</i> Планирование непрерывных экспериментов при байесовском оценивании параметров.	2
6	6.1-6.4	<i>Практическое занятие 6</i> Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов для оценки кинетических констант моделей каталитических реакций, проводимых в реакторах идеального смешения.	4
7	7.1-7.4	<i>Практическое занятие 7</i> Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов для оценки макрокинетических параметров моделей проточных реакторов с обратным перемешиванием.	4
8	8.1-8.3	<i>Практическое занятие 8</i> Проверка адекватности многооткликковых математических моделей.	4
9	9.1-9.3, 10.1	<i>Практическое занятие 9</i> Дискриминация кинетических моделей с использованием различных критериев.	6
10	3.2, 10.2- 10.3	<i>Практическое занятие 10</i> Метод случайного баланса при поисках доминирующих эффектов факторов при синтезе активных катализаторов.	3
		ИТОГО	34

6.2. Лабораторные работы

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7.САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала и подготовку к выполнению практических работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, WebofScience, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня,
- подготовку к сдаче зачёта по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимую для изучения 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

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме экзамена (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено **3 контрольные работы**. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов.

РАЗДЕЛЫ 1-2.

Контрольная работа №1 Решение типовых задач по разделу математические основы дисциплины «Планирование и организация проведения эксперимента».

Максимальная оценка –20 баллов. Контрольная работа № 1 включает 6 вопросов. Вопросы 1-3,6 оцениваются в 4 балла каждый, вопросы 4-5 в 2 балла каждый.

РАЗДЕЛЫ 3-4.

Контрольная работа №2 Решение типовых задач по оценке параметров однооткликковых моделей и расчету зависимости отклика от независимых параметров и дисперсии отклика по его траектории, а также оценка максимального числа, допускающих оценку констант по заданной совокупности наблюдений и установлению оптимальных условий проведения эксперимента с использованием критериев D-, A-, E- G- оптимальности плана эксперимента.

Максимальная оценка –20 баллов. Контрольная работа № 3 включает 3 вопроса по 5 баллов за 1-2 вопрос и 10 баллов за 3 вопрос.

РАЗДЕЛЫ 5-10

Контрольная работа №3 Решение типовых задач оценки параметров двуоткликковых линейнопараметризованных моделей, построения дисперсионно-ковариационных матриц оценок параметров и расчета дисперсионно-ковариационных матриц прогноза по модели как функции условий проведения эксперимента при заданных результатах серии из 3-х экспериментов и дисперсионно-ковариационных матрицах ошибок наблюдений. Построение стратегии проведения дискриминирующего эксперимента для заданных двух линейнопараметризованных моделей с использованием энтропийного критерия Кульбака или обобщенного метода отношения вероятностей.

Максимальная оценка –20 баллов. Контрольная работа № 3 включает 2 вопроса, 1 вопрос оценивается в 12 баллов, 2 вопрос оценивается в 8 баллов.

Примеры контрольных работ

Контрольная работа № 1. Решение типовых задач по разделу математические основы дисциплины «Планирование и организация проведения эксперимента».

Вариант 1

Задана функция $f(x, y) = a \cdot \sin(x) \cdot \sin(y)$

на множестве $0 \leq x \leq \pi$, $0 \leq y \leq \pi$ и

$f(x, y) = 0.0$ при $-\infty < x < 0.0$, $\pi < x < +\infty$

$-\infty < y < 0.0$, $\pi < y < +\infty$

1. Построить в заданной области на основе $f(x, y)$ плотность вероятности $p(x, y)$ случайных величин X, Y .
2. Определить математические ожидания случайных величин X, Y .
3. Определить дисперсии случайных величин X, Y и построить дисперсионно-ковариационную матрицу случайного вектора $Z = (X, Y)^T$.
4. Вычислить вероятность события $(X, Y) \in S$, где множество S состоит из элементов, удовлетворяющих следующим границам
 $\pi/3 < x < \pi/2$, $\pi/3 < y < \pi/2$.
5. Построить условную плотность вероятности $p(x | y = y_1)$, где $y_1 = \pi/6$.
6. Произвести замену переменных x, y на ξ, η в плотности вероятности $p(x, y)$ при условии, что

$$x = \xi + \eta$$

$$y = 2 \cdot \eta$$

Контрольная работа №2 Решение типовых задач по оценке параметров однооткликовых моделей и расчету зависимости отклика от независимых параметров и дисперсии отклика по его траектории, а также оценка максимального числа, допускающих оценку констант по заданной совокупности наблюдений и установлению оптимальных условий проведения эксперимента с использованием критериев D-, A-, E- G- оптимальности плана эксперимента.

Вариант 1

Задана однооткликовая модель

$$\eta(\mathbf{z}, \boldsymbol{\theta}) = \boldsymbol{\varphi}^T(\mathbf{z}) \boldsymbol{\theta} \quad \boldsymbol{\varphi}(\mathbf{z}) = [x, y^2]^T$$

Номер опыта	Стартовый план эксперимента Условия проведения опыта	Результаты эксперимента	Дисперсия наблюдения Y
N 1	$x = 1.0$ $y = 1.0$	$Y = 2.9$	0.16
N 2	$x = 1.0$ $y = 2.0$	$Y = 6.2$	0.16
N 3	$x = 2.0$ $y = 1.0$	$Y = 1.0$	0.16

1. При предположении равноточности независимости наблюдений Y в области экспериментирования $G(x, y) \in (1. \leq x \leq 2., 1. \leq y \leq 2.)$ Определить методом наименьших квадратов оценки параметров $\boldsymbol{\theta}$ и дисперсионно-ковариационную матрицу оценок $\boldsymbol{\theta}$. Вычислить по модели значения отклика η и дисперсию отклика в точке $x = 1.5$, $y = 1.5$ области экспериментирования.

2. Показать, что взвешенная сумма дисперсий оценки поверхности отклика $\sigma^2(\mathbf{z}, \varepsilon)$, вычисленная во всех точках плана ε , равна числу оцениваемых параметров модели.
3. Записать алгоритм построения D – оптимального плана эксперимента ε^* . На основе стартового плана эксперимента ε вычислить в области экспериментирования G условия проведения четвертого опыта и дискретную вероятностную меру четырехточечного плана эксперимента ε_4 , приводящие к максимальному возрастанию детерминанта информационной матрицы плана ε_4 .

Варианты задач:

1. Для заданной линейнопараметризованной модели, вектор параметров которой двумерен, записать алгоритм построения непрерывного A-оптимального плана эксперимента.
2. Для заданной линейнопараметризованной модели, вектор параметров которой двумерен, записать алгоритм построения непрерывного E-оптимального плана эксперимента.
3. Для заданной линейнопараметризованной модели, вектор параметров которой двумерен, записать алгоритм построения непрерывного G-оптимального плана эксперимента.
4. Задана однооткликová линейнопараметризованная модель. Проведена серия из 3-х экспериментов. Наблюдения неравноточны. Заданы дисперсии ошибок наблюдений. Определить методом наименьших квадратов оценки параметров модели, дисперсионно-ковариационную матрицу оценок параметров и дисперсию отклика модели.
5. Задана однооткликová линейнопараметризованная модель. Проведена серия из 3-х экспериментов. Наблюдения неравноточны. Заданы дисперсии ошибок наблюдений. Определить методом максимального правдоподобия оценки параметров модели, дисперсионно-ковариационную матрицу оценок параметров и дисперсию отклика модели.
6. Задана однооткликová нелинейнопараметризованная модель. Проведена серия из 3-х экспериментов. Наблюдения неравноточны. Заданы дисперсии ошибок наблюдений. Определить методом максимального правдоподобия оценки параметров модели, дисперсионно-ковариационную матрицу оценок параметров и дисперсию отклика модели.
7. Задана однооткликová нелинейнопараметризованная модель. Проведена серия из 3-х экспериментов. Наблюдения неравноточны. Заданы дисперсии ошибок наблюдений. Определить методом наименьших квадратов оценки параметров модели, дисперсионно-ковариационную матрицу оценок параметров и дисперсию отклика модели.

Контрольная работа №3 Решение типовых задач оценки параметров двуоткликových линейнопараметризованных моделей, построения дисперсионно-ковариационных матриц оценок параметров и расчета дисперсионно-ковариационных матриц прогноза по модели как функции условий проведения эксперимента при заданных результатах серии из 3-х экспериментов и дисперсионно-ковариационных матрицах ошибок наблюдений; построение стратегии проведения дискриминирующего эксперимента для заданных двух линейнопараметризованных моделей и процедуры проверки гипотез при условии, что для дискриминации моделей используется энтропийный критерий Кульбака или обобщенный метод отношения вероятностей.

Вариант 1

Задана двухоткликová модель

$$\boldsymbol{\eta}(\mathbf{z}, \boldsymbol{\theta}) = \mathbf{F}(\mathbf{z})^T \boldsymbol{\theta}$$

$$\mathbf{F}(\mathbf{z}) = \{f_{ij}(\mathbf{z})\}$$

$$\text{где } \mathbf{z} = (x, y)^T$$

$$f_{11}(\mathbf{z}) = x \quad f_{12}(\mathbf{z}) = x^2$$

$$f_{21}(\mathbf{z}) = y \quad f_{22}(\mathbf{z}) = y^2$$

Заданы стартовый план эксперимента ε , результаты эксперимента и дисперсионно-ковариационная матрица наблюдений

Номер опыта	Условия проведения опыта	Результаты опытов	Дисперсионно-ковариационная матрица наблюдений
N ₁	x = 1. y = 1.	$Y_1 = \begin{pmatrix} 6.0 \\ 6.0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1.0 & 0.0 \\ 0.0 & 2.0 \end{pmatrix}$
N ₂	x = 2. y = 2.	$Y_2 = \begin{pmatrix} 9.8 \\ 17.8 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 2.0 & 0.0 \\ 0.0 & 4.0 \end{pmatrix}$
N ₃	x = 1. y = 2.	$Y_3 = \begin{pmatrix} 12.0 \\ 23.8 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 2.0 & 0.0 \\ 0.0 & 8.0 \end{pmatrix}$

Задана область экспериментирования $G(x, y) \in (1. \leq x \leq 2., 1. \leq y \leq 2.)$.

1. Определить методом наименьших квадратов оценки параметров θ двухоткликной модели и дисперсионно-ковариационную матрицу оценок параметров θ . Вычислить по модели значения вектора откликов η и дисперсионно-ковариационную матрицу вектора откликов в точке $x = 1.5, y = 1.7$ области экспериментирования G .

2. Вычислить нормированную сумму следа произведения матрицы эффективности эксперимента на дисперсионно-ковариационную матрицу вектора откликов. Суммирование ведется по всем точкам спектра плана ε .

Варианты задач:

1. Для заданной нелинейнопараметризованной модели, вектор параметров которой двумерен, записать алгоритм вычисления точечных байесовских оценок параметров и сформировать последовательную стратегию планирования эксперимента для уточнения байесовских оценок параметров. Плотность распределения вектора наблюдений известна, известны и ее параметры.

2. Даны две линейнопараметризованные однооткликные модели. Известны точечные оценки их параметров и дисперсии. Наблюдения предполагаются равноточными с заданной дисперсией. Построить стратегии проведения дискриминирующего эксперимента и процедуру проверки гипотез при условии, что для дискриминации моделей используется энтропийный критерий Кульбака.

3. Даны две линейнопараметризованные однооткликные модели. Известны точечные оценки их параметров и дисперсии. Наблюдения предполагаются равноточными с заданной дисперсией. Построить стратегии проведения дискриминирующего эксперимента и процедуру проверки гипотез при условии, что для дискриминации моделей используется обобщенный метод отношения вероятностей.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен, 3 семестр)

Билет содержит два теоретических вопроса, относящихся к разным разделам дисциплины. Максимальная оценка за первый теоретический вопрос – **10 баллов**, за второй теоретический вопрос – **30 баллов**.

Примеры вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Скалярные и векторные случайные величины. Совместная функция распределения многомерных случайных величин, ее основные свойства (10 баллов).
2. Скалярные и векторные случайные величины. Плотности распределения одномерных и многомерных случайных величин, их свойства (10 баллов).
3. Расчет элемента вероятности по совместной функции распределения вероятности и совместной плотности вероятности векторной случайной величины (10 баллов).
4. Определение плотности распределения вероятностей по совместной функции распределения вероятностей векторной случайной величины и обратно определение функции распределения вероятностей по плотности распределения. Оценка вероятности события попадания векторной случайной величины в заданное замкнутое множество S (10 баллов).
5. Оценка смещенных начальных и смещенных центральных моментов по плотности вероятностей векторной случайной величины. Определение математического ожидания случайного вектора и его дисперсионно-ковариационной матрицы.(10 баллов)
6. Частные функции распределения двумерного и многомерного случайного вектора. (10 баллов)
7. Определение частной плотности распределения двумерного и многомерного случайного вектора. Определение начальных моментов подмножества случайных величин по частным плотностям распределения.(10 баллов)
8. Условия статистической независимости двумерных случайных величин. Определение их по совместной функции распределения вероятностей и плотности распределения вероятностей.(10 баллов)
9. Условное распределение двумерных и многомерных случайных величин, их свойства.(10 баллов)
10. Нормальная плотность распределения вероятностей двумерной случайной величины. Условия независимости двумерного случайного вектора. Ее определение по коэффициентам корреляции.(10 баллов)
11. Нормальная плотность распределения многомерной случайной величины. Условия независимости двух подвекторов нормального случайного вектора.(10 баллов)
12. Преобразование переменных в кратных интегралах, определяющих плотность распределения вероятностей.(10 баллов)
13. Распределение линейных комбинаций линейных случайных векторов.(10 баллов)
14. Теория оценки параметров в линейно-параметризованных моделях. Определение статистики и оценки параметров моделей.Свойство оценок и их геометрическая интерпретация. (30 баллов)
15. Общая теория критериев проверки гипотез. Простые и сложные гипотезы. Критерии проверки гипотез. Критические области критериев. Ошибки первого и второго рода. Функция мощности критерия.(30 баллов)
16. Выборочный метод. Случайный выбор, распределение выборки, выборочные оценки.(10 баллов)
17. Метод максимального правдоподобия. Принцип максимального правдоподобия. Функция правдоподобия, отношение правдоподобия. Вычисление оценок

- максимального правдоподобия и их дисперсионно-ковариационной матрицы.(30 баллов)
18. Метод наименьших квадратов. Однооткликковые линейно-параметризованные модели нанопроцессов. Равноточные наблюдения. Оценка параметров моделей нанопроцессов. Вычисление дисперсионно-ковариационной матрицы оценок, значений отклика и дисперсии отклика.(30 баллов)
 19. Метод наименьших квадратов. Однооткликковые нелинейно-параметризованные модели нанопроцессов. Равноточные наблюдения. Оценка параметров моделей. Вычисление дисперсионно-ковариационной матрицы оценок, значений отклика и дисперсии отклика.(30 баллов)
 20. Метод наименьших квадратов. Однооткликковые линейно-параметризованные модели нанопроцессов. Неравноточные наблюдения. Оценка параметров моделей. Вычисление дисперсионно-ковариационной матрицы оценок, значений отклика и дисперсии отклика.(30 баллов)
 21. Метод наименьших квадратов. Многооткликковые линейно-параметризованные модели нанопроцессов. Неравноточные наблюдения. Оценка параметров моделей. Вычисление дисперсионно-ковариационной матрицы оценок, значений вектора откликов и дисперсионно-ковариационная матрица откликов.(30 баллов)
 22. Основные свойства м.н.к. оценок параметров линейно параметризованных моделей. Доказательство их свойств несмещенности и эффективности.(10 баллов)
 23. Планирование прецизионного и дискриминирующего экспериментов. Цели и задачи планирования эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Спектр плана. Вероятностная мера плана. (10 баллов)
 24. Планирование прецизионных экспериментов. Критерии D-, A-, E-, G-оптимальности плана. Их геометрическая интерпретация.(10 баллов)
 25. Метод случайного баланса. Экспериментальное определение доминирующих эффектов факторов, среди общей совокупности конкурирующих существенно превышающие доминирующие и общее число поставленных опытов. Теория распознавания образов и методы теории регрессионного и конфлюэнтного анализа для оценки числа доминирующих факторов.(30 баллов)
 26. Непрерывные планы эксперимента. Информационная матрица плана, ее свойства. (10 баллов)
 27. Непрерывные планы эксперимента. Определение величины взвешенной суммы дисперсий отклика модели и минимального значения максимальной взвешенной дисперсии.(30 баллов)
 28. Планирование динамического эксперимента. Синтез оптимальных индикаторных сигналов, процедуры отдельной и совместной подачи различных индикаторов в исследуемый объект. (30 баллов)
 29. Неявные конечно-разностные и коллокационные методы решения уравнений моделей нанопроцессов.(30 баллов)
 30. Теорема эквивалентности D- и G-оптимальных планов эксперимента. Ее роль при построении оптимальных планов оценки параметров модели. (10 баллов)
 31. Планирование экспериментов для оценки параметров многооткликковых моделей нанопроцессов. Расчет для заданного плана эксперимента взвешенного следа, произведение матрицы эффективности и дисперсионно ковариационной матрицы оценок откликов. (30 баллов)
 32. Однооткликковая линейно параметризованная модель. Метод построения D-оптимального плана эксперимента. (30 баллов)
 33. Однооткликковые нелинейно параметризованные модели нанопроцессов. Оценки их параметров. Наилучшая квазилинейная оценка. (30 баллов)

34. Принципы дискриминации однооткликowychмоделейнанопроцессов. Критерий дискриминации моделей. Информационные меры предпочтения между моделями. (10 баллов)
35. Дискриминация моделей. Планирование дискриминирующего эксперимента. Критерий Кульбака. (30 баллов)
36. Принципы формирования апостериорной вероятности принятия конкурирующей модели. Теорема Байеса. Формула Байеса. (30 баллов)
37. Анализ и планирование непрерывного эксперимента для дискриминации моделей с одновременным уточнением их параметров. Критерий оптимальности плана. (30 баллов)
38. Энтропийный метод дискриминации моделей. Построение дискриминантной матрицы Кульбака. (30 баллов)
39. Энтропийный метод дискриминации моделей. Планирование дискриминирующего эксперимента. Байесовский метод выбора наилучшей модели.(30 баллов)
40. Компромиссные критерии дискриминации моделей и уточнение их параметров. Планирование эксперимента для максимизации компромиссного критерия.(30 баллов)

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

8.4. Структура и пример билета для экзамена (3 семестр)

Экзамен по дисциплине «Планирование и организация проведения эксперимента» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Билет включает 2 теоретических задания различного уровня сложности (10 и 30 баллов), оцениваемых в зависимости от уровня сложности. Максимальная оценка – 40 баллов.

<p>«Утверждаю» зав. кафедрой Глебов М.Б.</p> <p>_____ (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра кибернетики химико-технологических процессов</p>
	<p>28.04.02 Наноинженерия Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»</p>
	<p>ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА</p>
<p>Билет № 10</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нормальная плотность распределения вероятностей двумерной случайной величины. Условия независимости двумерного случайного вектора. Ее определение по коэффициентам корреляции(максимальная оценка – 10 баллов). 2. Дискриминация моделей. Планирование дискриминирующего эксперимента. Критерий Кульбака(максимальная оценка – 30 баллов). 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература.

1. Писаренко Е.В., Писаренко В.Н. Теория планирования эксперимента. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. 72с.
 2. Писаренко В.Н., Писаренко Е.В. Процессы адсорбции веществ на гетерогенных катализаторах: теория и методы моделирования. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 72 с.
- Б) Дополнительная литература.
3. Писаренко В.Н., Полянский М.А., Кафаров В.В. Планирование прецизионных и дискриминирующих экспериментов в химической кинетике. Методы планирования. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1996. 60 с.
 4. Федоров В. Теория оптимального эксперимента. М.: Наука, 1971. 312 с.
 5. Бард И. Нелинейное оценивание параметров. М: Статистика, 1979. 349 с.
 6. Дрейнер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М: Финансы и статистика, 1986. 366 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- «Российские нанотехнологии», ISSN– 1992-7223;
- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354;
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- конспекты лекций в формате *.pdf – 17;
- компьютерные презентации интерактивных лекций – 17, (общее число слайдов – 240);
- банк вариантов контрольной работы № 1 – 30;
- банк вариантов контрольной работы № 2 – 30;
- банк вариантов контрольной работы № 3 – 30;
- демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям;
- предустановленное лицензионное программное обеспечение в компьютерном классе (Windows 7, MicrosoftOffice 2010).

Имеются дополнительные средства для изучения дисциплины: электронные учебные пособия, библиотека программ для решения уравнений моделей, задания к практическим занятиям (60 задач), задания к самостоятельным работам (60 задач).

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн.

- тематическая группа в социальной сети Вконтакте, доступ к групповым чатам (Discord), к вебинарам (Zoom, Discord, MSteams), групповой электронной почте, онлайн-конференции в Zoom, Skype.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 10 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, MicrosoftExcel) и выходом в Интернет для проведения практических занятий.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционной дисциплины.

Демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям.

Обеспеченность современными учебными пособиями, выпущенными преподавателями кафедры КХТП для магистров, высокая. Ко всем научным изданиям и учебным пособиям, выпущенным через РИО РХТУ им. Д.И. Менделеева, имеется доступ через фонды информационно-библиотечного фонда. Кроме того, большинство дисциплин, преподаваемых на кафедре, имеют развернутую информационно-образовательную и информационно-методическую поддержку, к ресурсам в сети Интернет.

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы представлены на сайте кафедры <http://khttp.muotr.ru>.

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

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5. При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки. Все компьютеры объединены в единую локальную сеть и имеют доступ к глобальной сети Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 10. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none">• Word• Excel• Power Point• Outlook• OneNote• Access• Publisher• InfoPath	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Лабораторные исследования нанопроцессов и наносистем, их цели и задачи. Лабораторные химические реакторы.</p>	<p>Знает: Методы планирования научного эксперимента и построения моделей нанопроцессов и наносистем, основы теории оценивания параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей нанопроцессов и наносистем. Умеет: Осуществлять построение моделей нанопроцессов и наносистем и моделей экспериментального оборудования для реализации нанопроцессов. Владеет: Методами планирования непрерывного и статического эксперимента для установления оптимальной стратегии проведения экспериментальных исследований нанопроцессов и наносистем.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 по разделам 1-2 (наивысший балл – 20).</p> <p>Оценка на экзамене</p>
<p>Раздел 2. Основы теории оценивания. Оценка параметров линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликowych моделей нанопроцессов и наносистем.</p>	<p>Знает: Основы теории оценивания параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей нанопроцессов и наносистем, методы проверки статистических гипотез. Умеет: Оценивать параметры линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликowych моделей нанопроцессов и наносистем. Владеет: Методами оценки параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей нанопроцессов и наносистем.</p>	<p>Оценка за контрольную работу 1 по разделам 1-2 (наивысший балл – 20).</p> <p>Оценка на экзамене</p>
<p>Раздел 3. Планы эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Критерии оптимальности планов. Численные методы построения D-оптимальных планов и минимаксных планов при исследовании нанопроцессов и наносистем.</p>	<p>Знает: Планы эксперимента. Дискретные и непрерывные планы. Критерии оптимальности планов D-, A-, E-, G-. Метод случайного баланса. Умеет: Выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач наноинженерии, использовать методы случайного баланса и построения сверхнасыщенных планов эксперимента для разработки новых материалов и новых полифункциональных катализаторов. Владеет: Методами планирования непрерывного и статического эксперимента для установления оптимальной стратегии проведения экспериментальных исследований.</p>	<p>Оценка за контрольную работу 2 по разделам 3-4 (наивысший балл – 20).</p> <p>Оценка на экзамене</p>
<p>Раздел 4. Теорема эквивалентности оптимальных планов.</p>	<p>Знает: Сущность теоремы эквивалентности. Умеет: Использовать методы случайного баланса и построения сверхнасыщенных планов эксперимента для разработки новых материалов и новых полифункциональных катализаторов. Владеет: Методами оценки параметров линейно- и нелинейнопараметризованных моделей по</p>	<p>Оценка за контрольную работу 2 по разделам 3-4 (наивысший балл – 20). Оценка на</p>

	экспериментальным данным. Методами построения оптимальных планов на основе теоремы эквивалентности	экзамене
Раздел 5. Байесовский подход к оценке параметров линейно- и нелинейно параметризованных моделей нанопроцессов и наносистем.	Знает: Байесовский подход к прецизионной оценке параметров моделей нанопроцессов. Умеет: Проводить оценку информативности эксперимента. Владеет: Методами оценки параметров линейно- и нелинейно параметризованных моделей по экспериментальным данным.	Оценка за контрольную работу 3. Оценка на экзамене
Раздел 6. Непрерывные оптимальные планы эксперимента для оценки параметров кинетических моделей и моделей кинетики адсорбции. Синтез оптимальных тестирующих индикаторных сигналов.	Знает: Непрерывные оптимальные планы эксперимента при синтезе оптимальных тестирующих индикаторных сигналов. Умеет: Выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач наноинженерии, осуществлять построение моделей нанопроцессов и наносистем и моделей экспериментального оборудования для реализации нанопроцессов, синтезировать оптимальные тестирующие индикаторные сигналы. Владеет: Методами синтеза оптимальных тестирующих индикаторных сигналов для построения высокопрецизионных моделей нанопроцессов.	Оценка за контрольную работу 3 разделам 5-10 (наивысший балл – 20). Оценка на экзамене
Раздел 7. Планирование динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора с наночастицами, каталитического реактора.	Знает: Методы планирования динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора с наночастицами, каталитического реактора. Умеет: Планировать проведение динамического эксперимента для оценки параметров моделей нанопроцессов и наносистем, использовать неявные конечно-разностные и коллокационные методы решения уравнений моделей нанопроцессов и наносистем. Владеет: Практическими навыками применения вычислительной техники для решения задач, изучаемых в настоящей дисциплине.	Оценка за контрольную работу 3 разделам 5-10 (наивысший балл – 20). Оценка на экзамене
Раздел 8. Проверка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Критерии проверки гипотез. Функция мощности критерия, несмещенные и равномерно наиболее мощные критерии.	Знает: Методы проверки статистических гипотез. Критерии проверки гипотез. Функции мощности критерия, несмещенные и равномерно наиболее мощные критерии. Основы теории оценивания параметров линейно- и нелинейно параметризованных моделей нанопроцессов и наносистем Умеет: Проводить оценку надежности принятия решений о выборе наилучшей модели. Использовать методы Бартлетта и Хагао – проверки адекватности многоотчетливых моделей нанопроцессов и наносистем экспериментальным данным	Оценка за контрольную работу 3 разделам 5-10 (наивысший балл – 20). Оценка на экзамене

	Владеет: Методами проверки адекватности математических моделей экспериментальным данным. Методами проверки статистических гипотез	
Раздел 9. Дискриминация математических моделей. Методы дискриминации – энтропийный, отношения вероятностей.	Знает: Методы дискриминации математических моделей – энтропийный, отношения вероятностей. Умеет: Выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач наноинженерии. Осуществлять дискриминацию математических моделей нанопроцессов с использованием критериев дискриминации, основанных на качественном и количественном анализе динамических и статических свойств моделей (χ^2 -критерий, энтропийный критерий Кульбака, обобщенный критерий отношения вероятностей) Владеет: Методами дискриминации математических моделей нанопроцессов и наносистем	Оценка за контрольную работу 3 разделам 5-10 (наивысший балл – 20). Оценка на экзамене
Раздел 10. Планирование дискриминирующих экспериментов. Обобщенные критерии оптимальности.	Знает: Обобщенные критерии оптимальности при планировании дискриминирующих экспериментов при решении задач наноинженерии. Умеет: Проводить оценку надежности принятия решений о выборе наилучшей модели, выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач наноинженерии. Владеет: Методами дискриминации математических моделей нанопроцессов.	Оценка за контрольную работу 3 разделам 5-10 (наивысший балл – 20). Оценка на экзамене

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

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

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

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

- 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 РПД
по дисциплине
«Планирование и организация проведения эксперимента»**

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа
«Материалы и технологии наноинженерии»
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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Бифуркационный анализ химических систем»

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов А.С. Скичко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И.Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Бифуркационный анализ химических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, вычислительной математики, физической химии, гетерогенного катализа и каталитических процессов, математического и компьютерного моделирования, методов нелинейной динамики, а также численных методов решения уравнений математических моделей.

Цель дисциплины – приобретение теоретических знаний и практических навыков использования современных методов бифуркационного анализа химических систем для решения широкого круга задач исследования и прогнозирования различных режимов протекания процессов химической технологии, биотехнологии и нанотехнологии, а также управления хаотическими режимами в химических системах.

Задачи дисциплины:

- обучение теоретическим основам и технологии проведения бифуркационного (параметрического) анализа;
- обучение практическим навыкам исследования режимов протекания химико-технологических, биотехнологических и нанотехнологических процессов на основе анализа их параметрических портретов и бифуркационных диаграмм;
- овладение навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции химических систем;
- ознакомление с основами управления хаотическими режимами в химических системах.

Дисциплина «Бифуркационный анализ химических систем» преподаётся в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и инновационный				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области нанотехнологии и решать их.</p>	<p>ПК-1.3 Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и</p>	<p>ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу</p>	<p>ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-</p>

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
– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.	методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.	результатов и их интерпретации	комплексы для проведения научно-исследовательских работ	конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации; – участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.	– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе; – наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов нанопромышленности	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей эффективности в своей профессиональной деятельности ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области	– методы исследований, испытаний, диагностики и	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические	ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические	Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»,

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
инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации; – участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.	контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе; – наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.	методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием.	утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 593н. Обобщенная трудовая функция D: Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. D/01.7: Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 7)
– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации; – участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии – от идеи, фундаментальных и прикладных	– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе; – наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных	ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций	ПК-5.3 Владеет навыками анализа научных основ нанопроцессов, наносистем и нанотехнологий.	Профессиональный стандарт 40.004 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.02.2014 № 72н. Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования

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
исследований до создания промышленных изделий.	исследований и других областей техники.			<p>(уровень квалификации – 7)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.020 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.04.2014 № 234н. Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования (уровень квалификации – 7)</p>

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- теоретические основы бифуркационного анализа;
- технологию проведения однопараметрического и двухпараметрического анализа реакционных систем;
- типы хаотического поведения в химических системах;
- способы управления хаосом.

Уметь:

- прогнозировать и анализировать возможные качественные изменения в системах;
- проводить однопараметрический и двухпараметрический анализ химических систем;
- выявлять различные режимы функционирования химических систем и прогнозировать их поведение на основе анализа математических моделей;
- стабилизировать хаотический режим с помощью алгоритма пропорциональной обратной связи.

Владеть:

- методологией проведения бифуркационного анализа;
- навыками выявления возможных сценариев эволюции химических систем по их параметрическим портретам;
- методологией управления хаосом с обратной связью;
- практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции химических систем;
- навыками визуализации результатов прогнозирования.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,36	85	63,75
Лекции	0,48	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа	2,64	95	71,25
Контактная самостоятельная работа	2,64	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		94,6	70,95
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек.	ЛЗ	ПЗ	СР
1.	Раздел 1. Бифуркации в химических системах	46	5	8	10	23
1.1	Основные понятия качественной теории дифференциальных уравнений	11	1	–	3	7
1.2	Основные понятия теории бифуркаций	11	1	–	3	7
1.3	Сложные бифуркации в двумерных нелинейных системах	24	3	8	4	9
2.	Раздел 2. Параметрический анализ химических систем	80	6	20	16	38
2.1	Технология проведения однопараметрического анализа	17	1	5	4	7
2.2	Технология проведения двухпараметрического анализа	17	1	5	4	7
2.3	Примеры параметрического анализа реакционных систем	46	4	10	8	24
3.	Раздел 3. Детерминированный хаос в химических системах	54	6	6	8	34
3.1	Хаотические режимы в химических системах	22	3	–	4	15
3.2	Теория управления хаосом	32	3	6	4	19
	ИТОГО	180	17	34	34	95

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Бифуркации в химических системах

1.1. Основные понятия качественной теории дифференциальных уравнений.

Общий вид макроскопических моделей химических процессов. Фазовые портреты систем. Основные элементы фазовых портретов двумерных систем: траектории, неподвижные точки, предельные циклы. Методы исследования типа неподвижных точек двумерных систем. Матрица Якоби, её след и собственные числа. Методика исследования двумерных систем в полярных координатах.

1.2. Основные понятия теории бифуркаций.

Понятие бифуркации. Локальные и нелокальные бифуркации. Основные виды бифуркаций, наблюдаемых в реакционных системах. Математическая модель реакции каталитического окисления СО как пример двумерной нелинейной системы с бифуркацией седло-узел. Математическая модель реакционной системы «брюсселятор» как пример двумерной нелинейной системы с бифуркацией Андронова-Хопфа. Бифуркационная память систем и типы её проявления.

1.3. Сложные бифуркации в двумерных нелинейных системах.

Математическая модель ферментативного процесса с субстратным ингибированием как пример двумерной нелинейной системы с двумя последовательными бифуркациями седло-узел. Бифуркации в нелинейных системах, заданных в полярных координатах. Бифуркация рождения двух предельных циклов. Бифуркация седло-узел со скачком в режим релаксационных автоколебаний.

Раздел 2. Параметрический анализ химических систем

2.1. Технология проведения однопараметрического анализа.

Общая методика анализа стационарных состояний и определения точек бифуркаций. Признаки бифуркаций. Методика обнаружения в системе бифуркации седло-узел. Методика

обнаружения в системе бифуркации Андронова-Хопфа. Бифуркационные диаграммы. Триггер и гистерезис в модели ферментативного процесса с субстратным ингибированием.

2.2. Технология проведения двухпараметрического анализа.

Параметрические портреты. Линии бифуркаций: линия кратности и линия нейтральности. Методики их построения. Алгоритмы продолжения по параметру. Точка трёхкратного равновесия системы. Анализ взаимного расположения линий кратности и нейтральности и выявление параметрических областей различных режимов динамического поведения химических систем.

2.3. Примеры параметрического анализа реакционных систем.

Автокаталитический триггер в модели адсорбции вещества на катализаторе. Модель каталитического окисления CO. Гетерогенно-каталитическая система с буферной стадией. Термокинетические модели гетерогенных реакций. Модель с учётом процессов окисления и восстановления поверхности катализатора в ходе реакции каталитического окисления CO.

Раздел 3. Детерминированный хаос в химических системах

3.1. Хаотические режимы в химических системах.

Понятие детерминированного хаоса. Примеры хаотического поведения в химических системах. Характерные особенности поведения систем с детерминированным хаосом. Странные аттракторы. Переход к хаосу через каскад бифуркаций удвоения периода в дискретных отображениях. Кластерная модель кристаллизации малорастворимых веществ как пример системы с каскадом бифуркаций удвоения периода. Переход к хаосу в модели Рёсслера. Странный аттрактор в модели процесса получения фосфорной кислоты в реакторе с рециклом. Показатели Ляпунова и методика выявления с их помощью хаотических режимов.

3.2. Теория управления хаосом.

Понятие стабилизации хаотического поведения динамических систем. Способы управления хаосом. Управление хаосом без обратной связи. Подавление хаоса в колебательной химической реакции. Подавление хаоса в процессах кристаллизации малорастворимых веществ. Управление хаосом с обратной связью. Алгоритм пропорциональной обратной связи. Требования, предъявляемые к системе, для применения алгоритма пропорциональной обратной связи. Понятие диапазона управления. Влияние величины диапазона управления на возможность стабилизации хаоса, длительность переходного периода и качество стабилизации. Стабилизация циклов периода 1 и 2 в логистическом отображении. Использование алгоритма пропорциональной обратной связи для управления хаотическими колебаниями в процессах кристаллизации малорастворимых веществ. Управление хаосом в реакции Белоусова-Жаботинского.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	теоретические основы бифуркационного анализа	+	+	
2	технологии проведения однопараметрического и двухпараметрического анализа реакционных систем		+	
3	типы хаотического поведения в химических системах			+
4	способы управления хаосом			+
	Уметь:			
5	прогнозировать и анализировать возможные качественные изменения в системах	+	+	+
6	проводить однопараметрический и двухпараметрический анализ химических систем		+	

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
7	выявлять различные режимы функционирования химических систем и прогнозировать их поведение на основе анализа математических моделей		+	+	+
8	стабилизировать хаотический режим с помощью алгоритма пропорциональной обратной связи				+
Владеть:					
9	методологией проведения бифуркационного анализа		+	+	
10	навыками выявления возможных сценариев эволюции химических систем по их параметрическим портретам			+	
11	методологией управления хаосом с обратной связью				+
12	практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции химических систем		+	+	+
13	навыками визуализации результатов прогнозирования		+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
14	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их.	ПК-1.3 Владеет приёмами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+	+	+
15	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+
16	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов наноиндустрии	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей эффективности в своей профессиональной деятельности ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	+	+	+
17	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием.	+	+	+
18	ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать	ПК-5.3 Владеет навыками анализа научных основ нанопроцессов, наносистем и нанотехнологий.		+	

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	параметры технологических операций			

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Методы исследования типа неподвижных точек двумерных систем. Матрица Якоби, её след и собственные числа.	2
2	1.1	Методика исследования двумерных систем в полярных координатах.	1
3	1.2	Основные виды бифуркаций, наблюдаемых в реакционных системах.	3
4	1.3	Математическая модель ферментативного процесса с субстратным ингибированием.	1
5	1.3	Бифуркации в нелинейных системах, заданных в полярных координатах.	3
6	2.1	Технология проведения однопараметрического анализа.	4
7	2.2	Параметрические портреты и методики их построения.	2
8	2.2	Методика выявления параметрических областей различных режимов поведения химических систем.	2
9	2.3	Автокаталитический триггер в модели адсорбции вещества на катализаторе.	1
10	2.3	Реакция каталитического окисления CO.	1
11	2.3	Гетерогенно-каталитическая система с буферной стадией.	2
12	2.3	Термокинетические модели гетерогенных реакций.	2
13	2.3	Модель с учётом процессов окисления и восстановления поверхности катализатора в ходе реакции каталитического окисления CO.	2
14	3.1	Примеры хаотического поведения в химических системах. Странные аттракторы.	1
15	3.1	Переход к хаосу через каскад бифуркаций удвоения периода в дискретных отображениях.	2
16	3.1	Показатели Ляпунова и методика выявления с их помощью хаотических режимов.	1
17	3.2	Способы управления хаосом.	2
18	3.2	Стабилизация циклов периода 1 и 2 в логистическом отображении с использованием алгоритма пропорциональной обратной связи.	2
		ИТОГО	34

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Бифуркационный анализ химических систем», а также способствует выработке практических навыков использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции химических систем и визуализации результатов прогнозирования.

Лабораторные работы охватывают все разделы дисциплины. В практикум входит 6 работ, выполнение каждой работы оценивается 3 баллами (всего – 18 баллов).

№	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.3	Проведение вычислительных экспериментов по исследованию бифуркации рождения двух предельных циклов.	4
2	1.3	Проведение вычислительных экспериментов по исследованию бифуркации седло-узел со скачком в режим релаксационных автоколебаний.	4
3	2.1	Проведение вычислительных экспериментов по однопараметрическому исследованию качественных изменений в модели ферментативного процесса с субстратным ингибированием.	5
4	2.2	Построение параметрического портрета модели ферментативного процесса с субстратным ингибированием и выявление параметрических областей различных режимов протекания процесса.	5
5	2.3	Проведение вычислительных экспериментов по двухпараметрическому исследованию качественных изменений в модели адсорбции вещества на катализаторе с буферной стадией, выявление параметрических областей различных режимов протекания процесса и визуализация результатов прогнозирования поведения системы в различных параметрических областях.	10
6	3.2	Компьютерная реализация алгоритма пропорциональной обратной связи для управления хаотическими колебаниями в логистическом отображении. Проведение вычислительных экспериментов по исследованию влияния величины диапазона управления на возможность стабилизации хаоса, длительность переходного периода и качество стабилизации.	6
		ИТОГО	34

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

– регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы;

– подготовку отчётов по лабораторным работам;

– подготовку к защите отчётов (устным опросам) по лабораторным работам;

– подготовку к выполнению контрольных работ;

– подготовку к сдаче зачёта с оценкой.

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

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение лабораторных работ (максимальная оценка 18 баллов, по 3 балла за каждую из 6 работ), защиту отчётов по лабораторным работам (максимальная оценка 24 балла, по 4 балла за каждый из 6 отчётов), выполнение контрольных работ (максимальная оценка 18 баллов, 10 баллов за работу № 1 и 8 баллов за работу № 2) и итогового контроля в форме зачёта с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа рабочей программой дисциплины не предусмотрена.

8.2. Описание оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины

8.2.1. Описание заданий для лабораторных работ

Для текущего контроля предусмотрено выполнение 6 лабораторных работ, выполнение каждой работы оценивается 3 баллами (максимальная оценка 18 баллов). Темы работ и соответствие работ разделам дисциплины представлены в разделе 6.2. Ниже представлены подробное описание заданий и примеры вариантов заданий.

Работа № 1.

Задана система уравнений в полярных координатах:

$$\begin{cases} \frac{dr}{dt} = r[\alpha - k_2 - (r - k_1)^2] \\ \frac{d\varphi}{dt} = k_3 \end{cases}$$

Требуется исследовать расчётно-графическим способом поведение системы в зависимости от значений α . Построить фазовые портреты системы (не менее 6), подобрав для них значения α таким образом, чтобы показать основные этапы эволюции поведения изучаемой системы. При этом значения α рекомендуется выбирать таким образом, чтобы радиусы отображаемых предельных циклов можно было определить точно. Начальные условия для траекторий, их количество, шаг Δt и масштаб графиков подобрать таким образом, чтобы тип и основные характеристики отображаемых структур были очевидны. Для численного решения использовать явную схему Эйлера.

Примеры вариантов работы:

Вариант	k_1	k_2	k_3
1	1,3	-0,7	1,2
2	1,4	0	-0,8
3	0,9	0,3	-1,4

При выдаче задания вариант генерируется автоматически с помощью специальной программы.

Работа № 2.

Задана система уравнений в полярных координатах:

$$\begin{cases} \frac{dr}{dt} = r(k_1 - r) \\ \frac{d\varphi}{dt} = \alpha - k_2 - k_3 \sin(\varphi + k_4\pi) \end{cases}$$

Требуется исследовать расчётно-графическим способом поведение системы в зависимости от значений α (в заданном диапазоне). Построить фазовые портреты системы (не менее 8), подобрав для них значения α таким образом, чтобы показать основные этапы эволюции поведения изучаемой системы. Для выбранных значений α , при которых в системе существует предельный цикл, дополнительно к фазовому портрету построить временные зависимости $x(t)$, $y(t)$ с целью демонстрации бифуркационной памяти в системе. Начальные условия для траекторий, их количество, шаг Δt и масштаб графиков подобрать таким образом, чтобы тип и основные характеристики отображаемых структур были очевидны; при этом на графиках временных зависимостей $x(t)$, $y(t)$ должны отчётливо прослеживаться особенности колебаний. Для численного решения использовать явную схему Эйлера.

Примеры вариантов работы:

Вариант	k_1	k_2	k_3	k_4	Диапазон α
1	0,8	-0,5	1,2	1/4	$\geq k_2$
2	1,2	0,5	0,7	2/5	$\geq k_2$
3	1,6	0	1,5	-1/6	$\leq k_2$

При выдаче задания вариант генерируется автоматически с помощью специальной программы.

Работа № 3.

В реакторе идеального смешения непрерывного действия протекает ферментативный процесс по схеме:



где E – фермент (прикрепляется неподвижно на сетке), S – субстрат (подаётся протоком), ES , SES – промежуточные комплексы, P – продукт ферментативного синтеза. Математическая модель процесса имеет вид:

$$\frac{dS}{dt} = S_0 D - SD - W, \quad \frac{dP}{dt} = -PD + W, \quad W = \frac{kE_0 S}{K_S + S + K_i S^2},$$

где S_0 – концентрация субстрата в питающем потоке, E_0 – начальная концентрация фермента, D – скорость разбавления (величина, обратная времени пребывания), K_i – константа субстратного ингибирования.

Требуется провести однопараметрическое исследование качественных изменений в модели расчётно-графическим способом. Управляющий параметр для исследования (S_0 или D) выбрать по собственному усмотрению. Построить бифуркационную диаграмму зависимости стационарных состояний в системе от выбранного управляющего параметра таким образом, чтобы триггер и гистерезис, наблюдаемые в модели, были представлены объективно и отчётливо. Для численного решения системы использовать явную схему Эйлера. Диапазон варьирования значений выбранного управляющего параметра, шаг Δt и масштаб диаграммы подобрать самостоятельно исходя из соображения качественного, убедительного и полноценного представления результата исследования.

Примеры вариантов работы:

Вариант	S_0 (при выборе D в качестве варьируемого параметра)	D (при выборе S_0 в качестве варьируемого параметра)	k	E_0	K_S	K_i
1	14	0,2	6,5	1	1	0,5
2	10	0,2	5,4	0,7	0,6	0,5
3	12	0,04	0,9	1,1	0,75	0,5

Работа № 4.

Рассматривается математическая модель из задания № 3.

Требуется провести двухпараметрическое исследование качественных изменений системы в координатной плоскости параметров (D , S_0) расчётно-графическим способом. Построить параметрический портрет системы таким образом, чтобы на линии кратности была

отчётливо видна точка трёхкратного равновесия системы. Отобразить на параметрическом портрете диапазон варьирования управляющего параметра из задания № 3 (при этом масштаб графика подобрать таким образом, чтобы этот диапазон был очевидным).

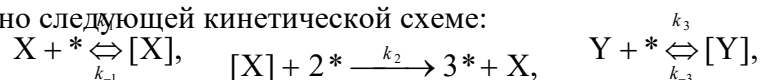
Продемонстрировать с помощью фазовых портретов различные режимы протекания процесса в разных параметрических областях (выбор начальных условий для траекторий и их количества сделать исходя из соображения отчётливой демонстрации количества и типа неподвижных точек, наблюдаемых в той или иной параметрической области). Пары значений D и S_0 для построения фазовых портретов выбрать самостоятельно с помощью параметрического портрета. Количество требуемых фазовых портретов определить самостоятельно исходя из соображения полноценного представления возможных режимов поведения системы в разных параметрических областях и наблюдаемых в системе бифуркаций. На каждом фазовом портрете в обязательном порядке отметить:

- прямую неподвижных точек, соответствующую уравнению $\bar{P} = S_0 - \bar{S}$;
- неподвижные точки.

На параметрическом портрете обозначить точки, соответствующие всем построенным фазовым портретам. Для численного решения системы использовать явную схему Эйлера. Шаг Δt и масштаб графиков подобрать самостоятельно исходя из соображения качественного, убедительного и полноценного представления результата исследования.

Работа № 5.

Рассматривается процесс, в котором вещества X и Y адсорбируются на поверхность катализатора согласно следующей кинетической схеме:



где * – «свободное место» на поверхности катализатора; X, Y – вещества в газовой фазе; [X], [Y] – вещества X и Y, адсорбированные на поверхности катализатора.

Если температура и давление газовой фазы постоянны, то кинетическая модель процесса имеет вид:

$$\frac{dx}{dt} = k_1 z - k_{-1} x - k_2 z^2 x, \quad \frac{dy}{dt} = k_3 z - k_{-3} y,$$

где x , y – поверхностные концентрации веществ X и Y, отнесённые к максимальному количеству свободных мест (т.е. нормированные от 0 до 1); z – нормированная концентрация свободных мест, причём: $z = 1 - x - y$.

Требуется провести двухпараметрическое исследование качественных изменений системы в координатной плоскости параметров (k_{-1}, k_1) расчётно-графическим способом. Построить параметрический портрет системы, отобразив на нём линии кратности и нейтральности.

Продемонстрировать с помощью фазовых портретов различные режимы протекания процесса в разных параметрических областях (выбор начальных условий для траекторий и их количества сделать исходя из соображения отчётливой демонстрации всех структур, наблюдаемых в той или иной параметрической области). Пары значений k_1 и k_{-1} для построения фазовых портретов выбрать самостоятельно с помощью параметрического портрета. Количество требуемых фазовых портретов определить самостоятельно исходя из соображения полноценного представления возможных режимов поведения системы в разных параметрических областях и наблюдаемых в системе бифуркаций. На каждом фазовом портрете в обязательном порядке отметить:

- прямую $y = 1 - x$, ограничивающую область физического смысла фазового портрета;
- прямую неподвижных точек, соответствующую уравнению $\bar{y} = (1 - \bar{x})k_3 / (k_3 + k_{-3})$;
- неподвижные точки.

На параметрическом портрете обозначить точки, соответствующие всем построенным фазовым портретам. Для численного решения системы использовать явную схему Эйлера. Шаг

Δt и масштаб графиков подобрать самостоятельно исходя из соображения качественного, убедительного и полноценного представления результата исследования.

Примеры вариантов работы:

Вариант	k_2	k_3	k_{-3}
1	1,5	0,003	0,003
2	1,4	0,007	0,007
3	1,5	0,007	0,005

Работа № 6.

Заданы дискретное логистическое отображение $x_{j+1} = f(\alpha, x_j)$ и интервал допустимых значений управляющего параметра α .

Требуется реализовать управление хаотическим режимом с помощью алгоритма пропорциональной обратной связи при значении управляющего параметра α_0 , соответствующем правой границе заданного интервала. Начальное условие x_0 задать по собственному усмотрению с точностью до 0,1.

Провести вычислительные эксперименты по исследованию влияния величины диапазона управления на возможность стабилизации хаоса, длительность переходного периода и качество стабилизации. Результаты исследования отразить с помощью следующих точечных графиков:

- зависимость $x_j = f(j)$ без стабилизации хаотического режима;
- зависимость $x_j = f(j)$ со стабилизацией хаотического режима в неустойчивой неподвижной точке $\bar{x}_2(\alpha_0)$ для каждого выбранного значения величины диапазона управления;
- график управления системой $\alpha = f(j)$ для каждого выбранного значения величины диапазона управления.

Значения величины диапазона управления при проведении исследования выбирать самостоятельно исходя из соображения качественного, убедительного и полноценного представления результатов исследования.

Примеры вариантов работы:

Вариант	Отображение	интервал α
1	$x_{j+1} = \frac{\alpha x_j}{2} (1 - \sqrt{x_j})$	$\alpha \in [0; 13,5]$
2	$x_{j+1} = \frac{\alpha x_j}{3} (1 - \sqrt{x_j})$	$\alpha \in [0; 20,25]$
3	$x_{j+1} = \frac{\alpha x_j}{9} (1 - \sqrt[3]{x_j})$	$\alpha \in [0; 42,6]$

8.2.2. Требования к отчётам по лабораторным работам

Выполнение каждой лабораторной работы завершается написанием отчёта и его защитой. Каждый отчёт должен составляться именно для своего индивидуального варианта задания, учитывать его особенности и вывод требуемых соотношений; изложение общих теоретических вопросов в отчётах не требуется. Индивидуальную теоретическую подготовку к проведению вычислительных экспериментов в отчётах требуется выполнять исключительно в рукописном варианте.

На защите отчётов по лабораторным работам студент должен уметь рассказать о результатах исследования заданных систем по графикам и уметь сопоставить эти результаты с теоретическим анализом, проведённым при подготовке отчёта, а также знать все определения и общие теоретические положения соответствующего раздела дисциплины. Контрольные вопросы студенту во время защиты отчётов преподаватель может задавать по собственному усмотрению, руководствуясь целью выявления глубины понимания студентом проработанного теоретического материала и качества выполненного компьютерного исследования.

8.2.3. Темы и примеры контрольных работ

Для текущего контроля предусмотрено **2 контрольные работы**. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 18 баллов (10 баллов за работу № 1 и 8 баллов за работу № 2).

Контрольная работа № 1

Контрольная работа № 1 предусматривает оценку теоретических знаний по разделам № 1 и № 2. Тема работы: «**Бифуркации в химических системах и их параметрический анализ**».

Контрольная работа № 1 состоит из **2 контрольных вопросов**, каждый из которых оценивается **5 баллами**.

Примеры вариантов контрольной работы № 1

Вариант № 1

1. Методика обнаружения в системе бифуркации седло-узел.
2. Описание бифуркации рождения двух предельных циклов.

Вариант № 2

1. Общий вид макроскопических моделей химических процессов. Фазовые портреты систем.

2. Модель с учётом процессов окисления и восстановления поверхности катализатора в ходе реакции каталитического окисления СО. Бифуркации, наблюдаемые в модели.

Вариант № 3

1. Линия кратности на параметрическом портрете. Методика построения.
2. Математическая модель реакционной системы «брюсселятор» как пример двумерной нелинейной системы с бифуркацией Андронова-Хопфа.

Контрольная работа № 2

Контрольная работа № 2 предусматривает оценку знаний, умений и навыков по разделу № 3. Тема работы: «**Детерминированный хаос в химических системах**».

Контрольная работа № 2 состоит из **2 контрольных вопросов**, каждый из которых оценивается **4 баллами**.

Примеры вариантов контрольной работы № 2

Вариант № 1

1. Характерные особенности поведения систем с детерминированным хаосом.
2. Использование алгоритма пропорциональной обратной связи для управления хаотическими колебаниями в процессах кристаллизации малорастворимых веществ.

Вариант № 2

1. Способы управления хаосом.
2. Странный аттрактор в модели процесса получения фосфорной кислоты в реакторе с рециклом.

Вариант № 3

1. Показатели Ляпунова и методика выявления с их помощью хаотических режимов.
2. Подавление хаоса в колебательной химической реакции.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачёт с оценкой, 3 семестр)

Билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов.

1. Общий вид макроскопических моделей химических процессов. Фазовые портреты систем. Привести примеры.

2. Основные элементы фазовых портретов двумерных систем: траектории, неподвижные точки, предельные циклы. Привести примеры.
3. Методы исследования типа неподвижных точек двумерных систем. Привести примеры.
4. Матрица Якоби, её след и собственные числа.
5. Методика исследования двумерных систем в полярных координатах. Привести примеры.
6. Понятие бифуркации. Локальные и нелокальные бифуркации. Основные виды бифуркаций, наблюдаемых в реакционных системах.
7. Математическая модель реакции каталитического окисления CO как пример двумерной нелинейной системы с бифуркацией седло-узел.
8. Математическая модель реакционной системы «брюсселятор» как пример двумерной нелинейной системы с бифуркацией Андронова-Хопфа.
9. Бифуркационная память систем и типы её проявления. Привести примеры.
10. Математическая модель ферментативного процесса с субстратным ингибированием как пример двумерной нелинейной системы с двумя последовательными бифуркациями седло-узел.
11. Бифуркация рождения двух предельных циклов.
12. Бифуркация седло-узел со скачком в режим релаксационных автоколебаний.
13. Общая методика анализа стационарных состояний химических систем и определения точек бифуркаций. Привести примеры.
14. Методика обнаружения в системе бифуркации седло-узел. Признак бифуркации.
15. Методика обнаружения в системе бифуркации Андронова-Хопфа. Признак бифуркации.
16. Бифуркационные диаграммы химических систем. Привести примеры.
17. Триггер и гистерезис в модели ферментативного процесса с субстратным ингибированием.
18. Параметрические портреты химических систем. Линии бифуркаций: линия кратности и линия нейтральности. Анализ их взаимного расположения. Точка трёхкратного равновесия системы.
19. Линия кратности на параметрическом портрете. Методика построения.
20. Линия нейтральности на параметрическом портрете. Методика построения.
21. Алгоритмы продолжения по параметру при построении параметрических портретов химических систем.
22. Методика выявления параметрических областей различных режимов динамического поведения химических систем.
23. Параметрический анализ модели ферментативного процесса с субстратным ингибированием.
24. Автокаталитический триггер в модели адсорбции вещества на катализаторе. Бифуркационная диаграмма модели.
25. Модель адсорбции вещества на катализаторе. Параметрический анализ модели.
26. Триггер в модели каталитического окисления CO. Бифуркационная диаграмма модели.
27. Модель каталитического окисления CO. Параметрический анализ модели.
28. Модель гетерогенно-каталитической системы с буферной стадией. Методика построения параметрического портрета.
29. Модель гетерогенно-каталитической системы с буферной стадией. Параметрический анализ модели.
30. Термокинетические модели гетерогенных реакций. Методика построения параметрического портрета.
31. Термокинетические модели гетерогенных реакций. Параметрический анализ модели.
32. Модель с учётом процессов окисления и восстановления поверхности катализатора в ходе реакции каталитического окисления CO. Методика построения параметрического портрета.

33. Модель с учётом процессов окисления и восстановления поверхности катализатора в ходе реакции каталитического окисления СО. Параметрический анализ модели.
34. Понятие детерминированного хаоса. Примеры хаотического поведения в химических системах.
35. Понятие детерминированного хаоса. Характерные особенности поведения систем с детерминированным хаосом.
36. Странные аттракторы. Привести примеры.
37. Переход к хаосу через каскад бифуркаций удвоения периода в дискретных отображениях.
38. Кластерная модель кристаллизации малорастворимых веществ как пример системы с каскадом бифуркаций удвоения периода.
39. Переход к хаосу в модели Ресслера.
40. Странный аттрактор в модели процесса получения фосфорной кислоты в реакторе с рециклом.
41. Показатели Ляпунова и методика выявления с их помощью хаотических режимов.
42. Показатели Ляпунова. Пример расчёта показателей Ляпунова для двумерной системы.
43. Понятие стабилизации хаотического поведения динамических систем. Привести примеры.
44. Способы управления хаосом. Краткое описание каждого способа.
45. Методика управления хаосом без обратной связи. Привести примеры.
46. Подавление хаоса в колебательной химической реакции.
47. Подавление хаоса в процессах кристаллизации малорастворимых веществ.
48. Методика управления хаосом с обратной связью. Привести примеры.
49. Управление хаосом с обратной связью. Алгоритм пропорциональной обратной связи. Требования, предъявляемые к системе, для применения алгоритма пропорциональной обратной связи.
50. Управление хаосом с обратной связью. Понятие диапазона управления. Влияние величины диапазона управления на возможность стабилизации хаоса, длительность переходного периода и качество стабилизации.
51. Управление хаосом с обратной связью. Стабилизация цикла периода 1 в логистическом отображении.
52. Управление хаосом с обратной связью. Стабилизация цикла периода 2 в логистическом отображении.
53. Использование алгоритма пропорциональной обратной связи для управления хаотическими колебаниями в процессах кристаллизации малорастворимых веществ.
54. Использование алгоритма пропорциональной обратной связи для управления хаотическими колебаниями в реакции Белоусова–Жаботинского.

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

8.4. Структура и пример билета для зачёта с оценкой

Зачёт с оценкой по дисциплине «Бифуркационный анализ химических систем» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачёта с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к различным разделам.

Пример билета для зачёта с оценкой:

"Утверждаю"
Зав. каф. КХТП
Глебов М.Б.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»

«__» _____ 20__ г.

БИФУРКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

БИЛЕТ № 1

1. Бифуркационные диаграммы химических систем. Привести примеры.
2. Управление хаосом с обратной связью. Стабилизация цикла периода 2 в логистическом отображении.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Куркина Е.С. Курсовые задачи по синергетике. Методы поиска пространственно-временных структур : учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 98 с.
2. Кольцова Э.М., Гордеев Л.С., Третьяков Ю.Д., Вертегел А.А. Термодинамика необратимых процессов и нелинейная динамика : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2020. 430 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://urait.ru/book/termodinamika-neobratimyh-processov-i-nelineynaya-dinamika-455051> (дата обращения: 25.04.2022).

Б) Дополнительная литература:

1. Кольцова Э.М., Гордеев Л.С. Синергетика в химии и химической технологии : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2020. 295 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://urait.ru/book/sinergetika-v-himii-i-himicheskoy-tehnologii-454395> (дата обращения: 25.04.2022).
2. Куркина Е.С. Автоколебания, структуры и волны в химических системах. Методы математического моделирования. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 219 с.
3. Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках : пер. с англ. – М.: Наука. Физматлит, 1985. 327 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- Журнал «International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering». ISSN: 0218-1274.
- Журнал «Nonlinear Dynamics and Systems Theory». ISSN: 1562-8353.
- Журнал «International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation». ISSN: 1565-1339.
- Журнал «Regular and Chaotic Dynamics». ISSN: 1560-3547.
- Журнал «Chaos (Woodbury, N.Y.)». ISSN: 1054-1500.

- Журнал «Journal of Computational and Nonlinear Dynamics». ISSN: 1555-1423.
- Журнал «Nonlinear Oscillations». ISSN: 1536-0059.
- Журнал «Nonlinearity». ISSN: 0951-7715.
- Журнал «Нелинейная динамика». ISSN: 1816-448X.
- Журнал «Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика». ISSN: 0869-6632.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- демонстрационные программы, создающие визуализацию бифуркаций Андронова–Хопфа, удвоения периода, странного аттрактора Лоренца;
- банк вариантов контрольных работ – 20;
- банк вариантов заданий для лабораторных работ – 20;
- банк билетов для зачёта с оценкой – 30.

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 составляет на 01.01.2022 года 1 719 785 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 15 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для выполнения лабораторных работ.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные программы, создающие визуализацию бифуркаций Андронова–Хопфа, удвоения периода, странного аттрактора Лоренца.

Примеры выполнения лабораторных работ.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим и лабораторным занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	10	Бессрочно
2	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License Номер лицензии 47837477	10	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Бифуркации в химических системах	Знает: теоретические основы бифуркационного анализа. Умеет: прогнозировать и анализировать возможные качественные изменения в системах; выявлять различные режимы функционирования химических систем и прогнозировать их поведение на основе анализа математических моделей. Владеет: методологией проведения бифуркационного анализа; практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции химических систем; навыками визуализации результатов прогнозирования.	Оценка за лабораторные работы № 1, 2 и защиту отчётов по ним. Оценка на зачёте.
Раздел 2. Параметрический анализ химических	Знает: теоретические основы бифуркационного анализа: технологию проведения однопараметрического и	Оценка за контрольную работу № 1.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
систем	<p>двухпараметрического анализа реакционных систем.</p> <p>Умеет: прогнозировать и анализировать возможные качественные изменения в системах; проводить однопараметрический и двухпараметрический анализ химических систем; выявлять различные режимы функционирования химических систем и прогнозировать их поведение на основе анализа математических моделей.</p> <p>Владеет: методологией проведения бифуркационного анализа; навыками выявления возможных сценариев эволюции химических систем по их параметрическим портретам; практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции химических систем; навыками визуализации результатов прогнозирования.</p>	<p>Оценка за лабораторные работы № 3–5 и защиту отчётов по ним.</p> <p>Оценка на зачёте.</p>
Раздел 3. Детерминированный хаос в химических системах	<p>Знает: типы хаотического поведения в химических системах; способы управления хаосом.</p> <p>Умеет: прогнозировать и анализировать возможные качественные изменения в системах; выявлять различные режимы функционирования химических систем и прогнозировать их поведение на основе анализа математических моделей; стабилизировать хаотический режим с помощью алгоритма пропорциональной обратной связи.</p> <p>Владеет: методологией управления хаосом с обратной связью; практическими навыками использования современных вычислительных технологий для прогнозирования эволюции химических систем; навыками визуализации результатов прогнозирования.</p>	<p>Оценка за контрольную работу № 2.</p> <p>Оценка за лабораторную работу № 6 и защиту отчёта по ней.</p> <p>Оценка на зачёте.</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 в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым

решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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 РПД

«Бифуркационный анализ химических систем»

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа

«Материалы и технологии наноинженерии»

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.
		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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оптические явления в наноструктурах»

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена старшим преподавателем кафедры кибернетики химико-технологических процессов В. Л. Лукьяновым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки

28.04.02 Наноинженерия, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой *кибернетики химико-технологических процессов* РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина *«Оптические явления в наноструктурах»* относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана и является дисциплиной по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физики, математики, химии и численных методов решения уравнений.

Цель дисциплины – изложить оптические закономерности в наноматериалах и наноструктурах и методы их практического применения.

Задачи дисциплины – изучение закономерностей взаимодействия оптического излучения с наноматериалами и наноструктурами, аномалий оптических свойств наноматериалов и наноструктур, областей практического применения наноматериалов и наноструктур.

Дисциплина *«Оптические явления в наноструктурах»* преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и инновационный				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации</p>	<p>ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов</p> <p>ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6.</p> <p>Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

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
			поиска и обработки научно-технической информации	
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов наноиндустрии	ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6.</p> <p>Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества</p>	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для	ПК-4.1 Знает физико-химические характеристики различных видов наноматериалов и	<p>Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом</p>

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
целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации; – участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.	наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе; – наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.	обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	наноструктур и основные методы их исследования и измерения параметров. ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием.	Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 593н. Обобщенная трудовая функция D: Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. D/01.7: Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 7)
– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации; – участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем	– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе; – наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии,	ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций	ПК-5.1 Знает физико-химические основы процессов и технологий nanoиндустрии.	Профессиональный стандарт 40.004 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.02.2014 № 72н. Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса

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
наноинженерии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.	фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.			<p>производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования (уровень квалификации – 7)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.020 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.04.2014 № 234н. Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования (уровень квалификации – 7)</p>

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- законы взаимодействия оптического излучения с нанообъектами;
- основные аномалии оптических свойств наноструктур;
- способы получения наноструктур с заданными оптическими свойствами, их области применения и перспективы.

Уметь:

- рассчитывать и определять экспериментально оптические параметры нанообъектов и наноструктурированных материалов.

Владеть:

- методами математического моделирования процесса взаимодействия оптического излучения с наноструктурами;
- современными инструментальными методами исследования перспективных наноматериалов.

3. ОБЪЁМ 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:	0,94	34	25,5
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	2,06	74	55,5
Контактная самостоятельная работа	2,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,2
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Введение. Метаматериалы	26	0	8	18
1.1	Основные законы геометрической оптики. Оптическая длина пути. Принцип Ферма. Показатель преломления.	8	–	2	6
1.2	Физическая оптика. Электромагнитные колебания и волны. Волновой вектор. Вектор Умова–Пойнтинга. Уравнения Максвелла. Диэлектрическая и магнитная проницаемости, их связь с показателем преломления. Понятие о дисперсии света.	8	–	2	6
1.3	Метаматериалы. Гипотеза Веселаго. Отрицательный показатель преломления. Способы создания метаматериалов. Разновидности метаматериалов. Области применения, перспективы.	10	–	4	6

2.	Раздел 2. Фотонные кристаллы. Плазмоника	26	0	8	18
2.1	Фотонные кристаллы. Понятия фотонного кристалла, фотонной запрещенной зоны. Аналогия с зонной теорией твердых тел. Природные и искусственные фотонные кристаллы. Одно-, двух- и трехмерные фотонные кристаллы. Области применения, перспективы. Способы получения.	8	–	2	6
2.2	Численное решение уравнений Максвелла методом конечных разностей во временной области (FDTD). Исходные данные, начальные и граничные условия. Временная и координатная сетка. Условие сходимости. Использование метода FDTD для моделирования фотонных кристаллов.	8	–	2	6
2.3	Понятие квазичастицы. Поляритоны, плазмоны. Поверхностная электромагнитная волна (ПЭВ). Явления поверхностного и локализованного плазмонного резонанса. Способы возбуждения поверхностной плазмон-поляритонной волны. Затухание ПЭВ. Области применения, перспективы. Оптическая поверхностно-плазмонная микроскопия.	10	–	4	6
3.	Раздел 3. Интерференционные и дифракционные явления	26	0	8	18
3.1	Интерференция. Оптические явления в тонких пленках. Принцип сложения колебаний и волн. Понятие когерентности. Интерференционная картина. Интерференция при отражении от тонких пленок. Просветление оптики.	8	–	2	6
3.2	Дифракция. Понятие дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракционная картина. Дифракция Френеля, дифракция Фраунгофера. Дифракция на различных препятствиях. Дифракционные решетки. Разрешающая способность оптических приборов. Критерий Рэлея.	8	–	2	6
3.3	Рассеяние света. Виды рассеяния. Рассеяние Рэлея. Формула Рэлея. Эффект Тиндаля. Применение рассеяния в измерительной технике: ультрамикроскопия, нефелометрия. Рассеяние Ми.	10	–	4	6
4.	Раздел 4. Элементы квантовой оптики наноструктур	30	0	10	20
4.1	Оптические ловушки. Давление света. Описание методами физической и квантовой оптики. Применение оптических ловушек.	8	–	2	6
4.2	Квантовый размерный эффект. Квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки. Метод эффективной массы.	11	–	4	7
4.3	Оптические свойства полупроводниковых наноструктур. Понятие об экситонах. Способы формирования полупроводниковых наноструктур. Применение в оптоэлектронике.	11	–	4	7
	ИТОГО	108	–	34	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Метаматериалы.

1.1. Основные законы геометрической оптики. Оптическая длина пути. Принцип Ферма. Показатель преломления.

1.2. Физическая оптика. Электромагнитные колебания и волны. Волновой вектор. Вектор Умова-Пойнтинга. Уравнения Максвелла. Диэлектрическая и магнитная проницаемости, их связь с показателем преломления. Понятие о дисперсии света.

1.3. Метаматериалы. Гипотеза Веселаго. Отрицательный показатель преломления. Способы создания метаматериалов. Разновидности метаматериалов. Области применения, перспективы.

Раздел 2. Фотонные кристаллы. Плазмоника.

2.1. Фотонные кристаллы. Понятия фотонного кристалла, фотонной запрещенной зоны. Аналогия с зонной теорией твердых тел. Природные и искусственные фотонные кристаллы. Одно-, двух- и трехмерные фотонные кристаллы. Области применения, перспективы. Способы получения.

2.2. Численное решение уравнений Максвелла методом конечных разностей во временной области (FDTD). Исходные данные, начальные и граничные условия. Временная и координатная сетка. Условие сходимости. Использование метода FDTD для моделирования фотонных кристаллов.

2.3. Понятие квазичастицы. Поляритоны, плазмоны. Поверхностная электромагнитная волна (ПЭВ). Явления поверхностного и локализованного плазмонного резонанса. Способы возбуждения поверхностной плазмон-поляритонной волны. Затухание ПЭВ. Области применения, перспективы. Оптическая поверхностно-плазмонная микроскопия.

Раздел 3. Интерференционные и дифракционные явления.

3.1. Интерференция. Оптические явления в тонких пленках. Принцип сложения колебаний и волн. Понятие когерентности. Интерференционная картина. Интерференция при отражении от тонких пленок. Просветление оптики.

3.2. Дифракция. Понятие дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракционная картина. Дифракция Френеля, дифракция Фраунгофера. Дифракция на различных препятствиях. Дифракционные решетки. Разрешающая способность оптических приборов. Критерий Рэля.

3.3. Рассеяние света. Виды рассеяния. Рассеяние Рэля. Формула Рэля. Эффект Тиндаля. Применение рассеяния в измерительной технике: ультрамикроскопия, нефелометрия. Рассеяние Ми.

Раздел 4. Элементы квантовой оптики наноструктур.

4.1. Оптические ловушки. Давление света. Описание методами физической и квантовой оптики. Применение оптических ловушек.

4.2. Квантовый размерный эффект. Квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки. Метод эффективной массы.

4.3. Оптические свойства полупроводниковых наноструктур. Понятие об экситонах. Способы формирования полупроводниковых наноструктур. Применение в оптоэлектронике.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– законы взаимодействия оптического излучения с нанобъектами	+	+	+	+

2	– основные аномалии оптических свойств наноструктур		+	+	+	+	
3	– способы получения наноструктур с заданными оптическими свойствами, их области применения и перспективы		+	+	+	+	
Уметь:							
4	– рассчитывать и определять экспериментально оптические параметры нанообъектов и наноструктурированных материалов		+	+	+	+	
Владеть:							
5	– методами математического моделирования процесса взаимодействия оптического излучения с наноструктурами		+	+	+	+	
6	– современными инструментальными методами исследования перспективных наноматериалов		+	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции:							
7	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации		+	+	+	+
8	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов nanoиндустрии	ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических		+	+	+	+

		процессов				
9	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	ПК-4.1 Знает физико-химические характеристики различных видов наноматериалов и наноструктур и основные методы их исследования и измерения параметров. ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием.	+	+	+	+
10	ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций	ПК-5.1 Знает физико-химические основы процессов и технологий nanoиндустрии.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Примерные темы практических занятий по дисциплине

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 34 акад. ч.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1, 1.2	Основные законы геометрической оптики. Уравнения Максвелла	4
2	1.3	Метаматериалы	4
3	2.1, 2.2	Фотонные кристаллы. Метод численного решения уравнений Максвелла	4
4	2.3	Плазмонный резонанс. Плазмоника	4

5	3.1	Интерференция. Оптические явления в тонких пленках. Просветление оптики	4
6	3.2, 3.3	Дифракция на различных объектах. Рассеяние света малыми частицами	4
7	4.1	Оптические ловушки. Давление света	4
8	4.2, 4.3	Квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки. Полупроводниковые наноструктуры	4
9	1.1 – 4.3	Подведение итогов	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «*Оптические явления в наноструктурах*» предусмотрена самостоятельная работа студента магистратуры в объеме 74 акад. ч. в 3 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 материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета* по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Задание на реферативно-аналитическую работу представляет собой тему, в соответствии с которой обучающийся должен выполнить обзор литературных источников и представить его в форме письменной работы. Максимальная оценка – 20 баллов.

Примеры тем реферативно-аналитической работы

1. Оптические свойства наночастиц оксида магния.
2. Использование явления локализованного плазмонного резонанса для создания наноклапанов.
3. Оптические методы исследования наноструктурированного аэросила.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 4 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 10 баллов за каждую.

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

5. Оптически прозрачный материал содержит в своей структуре непрозрачные сферические включения, расположенные пространственно регулярно. При каком(их) диаметре(ах) включений материал может считаться оптически однородным для излучения с частотой 3 ТГц:

- 1 см;
- 1 мм;
- 1 мкм;
- 1 нм

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

2. Решение уравнений Максвелла методом конечных разностей во временной области позволяет определить:

- распределение напряженности электрического поля в пространстве;
- распределение напряженности магнитного поля в пространстве;
- изменение напряженности электрического поля во времени;
- изменение напряженности магнитного поля во времени

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

1. Упругое рассеяние частицей, размер которой сравним с длиной волны падающего света, называется:

- комбинационным рассеянием;
- рассеянием Ми;
- рассеянием Рэлея;
- рассеянием Мандельштама – Бриллюэна

Раздел 4. Пример вопроса к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов, по 2 балла за вопрос.

4. Экситон – это:

- квант упругих колебаний;
- квант колебаний плотности свободных электронов металла;
- электронное возбуждение, не связанное с переносом электрического заряда и массы;
- квант электромагнитных колебаний

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

Форма проведения итогового контроля освоения дисциплины – устный опрос (в рамках зачет с оценкой). Максимальное количество баллов за устный опрос – 40 баллов. На устном опросе студенту предлагается ответить на два теоретических вопроса из разных разделов дисциплины. Максимальная оценка за каждый теоретический вопрос – 20 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины

1. Основные законы геометрической оптики. Принцип Ферма.
2. Электромагнитные колебания и волны. Волновой вектор. Вектор Умова-Пойнтинга.
3. Уравнения Максвелла.
4. Диэлектрическая и магнитная проницаемости, их связь с показателем преломления.
5. Метаматериалы с отрицательным показателем преломления.
6. Способы создания, разновидности, области применения метаматериалов.

7. Фотонные кристаллы, их виды. Фотонная запрещенная зона.
8. Области применения и способы получения фотонных кристаллов.
9. Метод конечных разностей во временной области.
10. Применение метода FDTD для моделирования фотонных кристаллов.
11. Поверхностная плазмон-поляритонная волна. Конфигурация Отто, конфигурация Кречмана.
12. Оптическая поверхностно-плазмонная микроскопия.
13. Явление интерференции.
14. Интерференция при отражении от тонких пленок. Просветление оптики.
15. Явление дифракции.
16. Дифракционные решетки. Разрешающая способность, критерий Рэля.
17. Рассеяние света. Вида рассеяния. Рассеяние Рэля, эффект Тиндаля. Ультрамикроскопия, нефелометрия.
18. Рассеяние Ми.
19. Оптические ловушки. Описание методами физической оптики.
20. Оптические ловушки. Описание методами квантовой оптики.
21. Квантовый размерный эффект. Квантовые ямы.
22. Квантовый размерный эффект. Квантовые нити.
23. Квантовый размерный эффект. Квантовые точки.
24. Экситоны.

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

8.4. Структура и пример билета для зачёта с оценкой

Зачёт с оценкой по дисциплине «Оптические явления в наноструктурах» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачёта с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к различным разделам.

Пример билета для зачёта с оценкой:

"Утверждаю"
Зав. каф. КХТП
Глебов М.Б.

«__» ____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»

ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В НАНОСТРУКТУРАХ

БИЛЕТ № 1

1. Уравнения Максвелла.
2. Рассеяние света. Вида рассеяния. Рассеяние Рэлея, эффект Тиндаля. Ультрамикроскопия, нефелометрия.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Курс общей физики: в 4 т./ И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. М.: «КноРус». 2009.

Б. Дополнительная литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. Изд. 17-е, стер, М.: Издательский центр «Академия», 2008. 560 с.
2. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. / А. И. Гусев. М. : «Физматлит», 2009. 414 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал.
- Презентации к практическим занятиям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Нано- и микросистемная техника». ISSN 1813-8586.
- Журнал «Наносистемы: физика, химия, математика». ISSN: 2220-8054.
- Журнал «Journal of nanomaterials». ISSN: 1687-4110.
- Журнал «Journal of computational and theoretical nanoscience». ISSN: 1546-1955.
- Журнал «Physics Today». ISSN: 0031-9228.
- Журнал «Journal of Nonlinear Optical Physics & Materials». ISSN: 0218-8635.
- Журнал «Optical Materials». ISSN: 0925-3467.
- Журнал «Optical Materials Express». ISSN: 2159-3930.
- Журнал «Optics & Laser Technology». ISSN: 0030-3992.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.nanometer.ru>
- <http://laser-portal.ru>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8, (общее число слайдов – 150);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее

число вопросов – 48);

– банк билетов для зачета с оценкой (общее число билетов – 30).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7/> (дата обращения: 20.04.2022).

2. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/152/150/25/> (дата обращения: 20.04.2022).

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EА%E0%E7/> (дата обращения: 20.04.2022).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).

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 составляет на 01.01.2022 года 1 719 785 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 15 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для выполнения лабораторных работ.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные программы, создающие визуализацию бифуркаций Андронова–Хопфа, удвоения периода, странного аттрактора Лоренца.

Примеры выполнения лабораторных работ.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим и лабораторным занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	10	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License Номер лицензии 47837477	10	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Введение. Метаматериалы.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – законы взаимодействия оптического излучения с нанообъектами; – основные аномалии оптических свойств наноструктур; – способы получения наноструктур с заданными оптическими свойствами, их области применения и перспективы. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать и определять экспериментально оптические параметры нанообъектов и наноструктурированных материалов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – современными инструментальными методами исследования перспективных наноматериалов. 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i></p>
<p>Раздел 2. Фотонные кристаллы. Плазмоника.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – законы взаимодействия оптического излучения с нанообъектами; – основные аномалии оптических свойств наноструктур; – способы получения наноструктур с заданными оптическими свойствами, их области применения и перспективы. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать и определять экспериментально оптические параметры нанообъектов и наноструктурированных материалов. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами математического моделирования процесса взаимодействия оптического излучения с наноструктурами; – современными инструментальными методами исследования перспективных наноматериалов. 	<p>Оценка за контрольную работу №2</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i></p>

<p>Раздел 3. Интерференционные и дифракционные явления.</p>	<p><i>Знает:</i> – законы взаимодействия оптического излучения с нанобъектами; – основные аномалии оптических свойств наноструктур; – способы получения наноструктур с заданными оптическими свойствами, их области применения и перспективы. <i>Умеет:</i> – рассчитывать и определять экспериментально оптические параметры нанобъектов и наноструктурированных материалов. <i>Владеет:</i> – современными инструментальными методами исследования перспективных наноматериалов.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i></p>
<p>Раздел 4. Элементы квантовой оптики наноструктур.</p>	<p><i>Знает:</i> – законы взаимодействия оптического излучения с нанобъектами; – основные аномалии оптических свойств наноструктур; – способы получения наноструктур с заданными оптическими свойствами, их области применения и перспективы. <i>Умеет:</i> – рассчитывать и определять экспериментально оптические параметры нанобъектов и наноструктурированных материалов. <i>Владеет:</i> – современными инструментальными методами исследования перспективных наноматериалов.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №4</p> <p>Оценка за реферативно-аналитическую работу</p> <p>Оценка за <i>зачет с оценкой</i></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 в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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
«ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В НАНОСТРУКТУРАХ»
основной образовательной программы**

28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа
«Материалы и технологии наноинженерии»

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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Полимерные наноструктуры и их применения»

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов А.А. Дудоровым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для направления подготовки 28.04.02 Наноинженерия, рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания смежных дисциплин на кафедре кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «*Полимерные наноструктуры и их применения*» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана и является дисциплиной по выбору. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической и физической химии, математики, вычислительной математики, математического и компьютерного моделирования.

Цель дисциплины – изучение наноструктурированных полимерных материалов: их строения, свойств, методов получения, методов измерения их характеристик, применение в технике и других областях народного хозяйства.

Задачи дисциплины:

- изучение различных структур макромолекул полимеров и их моделей;
- изучение закономерностей образования полимерных наноструктур и различных способов их образования;
- ознакомление с современными задачами компьютерного моделирования полимерных наноструктур на основе метода молекулярной динамики и метода Монте-Карло;
- ознакомление с основными областями практического применения полимерных наноструктур и наноматериалов.

Дисциплина «*Полимерные наноструктуры и их применения*» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и инновационный				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации</p>	<p>ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов</p> <p>ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6.</p> <p>Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

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
			поиска и обработки научно-технической информации	
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов nanoиндустрии	ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества</p>	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для	ПК-4.1 Знает физико-химические характеристики различных видов наноматериалов и	<p>Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом</p>

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
<p>целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники</p>	<p>наноструктур и основные методы их исследования и измерения параметров.</p> <p>ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием.</p> <p>ПК-4.3 Владеет навыками обработки измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.</p>	<p>Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 593н. Обобщенная трудовая функция D: Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.</p> <p>D/01.7: Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 7)</p>
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества</p>	<p>ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий</p>	<p>ПК-5.1 Знает физико-химические основы процессов и технологий нанотехнологий.</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.004 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанометаллов, сплавов,</p>

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
<p>целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации; – участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе; – наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций</p>		<p>композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.02.2014 № 72н. Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования (уровень квалификации – 7)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.020 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.04.2014 № 234н. Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса</p>

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
				производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования (уровень квалификации – 7)

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- различные методы образования полимерных наноструктур;
- основные области практического применения полимерных наноструктур и наноматериалов;
- методы компьютерного моделирования полимерных наносистем.

Уметь:

- формулировать модельные представления полимерных наноструктур;
- проводить компьютерное моделирование полимерных наносистем;
- интерпретировать результаты компьютерного моделирования полимерных наносистем.

Владеть:

- основными принципами формирования полимерных наноструктур;
- практическими навыками применения современных методов компьютерного моделирования полимерных наносистем.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	1,06	38	28,5
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
Вид итогового контроля:	Зачёт		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для студентов очного отделения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	ПЗ	СР
1.	Раздел 1. Общие свойства наноструктурных элементов в полимерных системах	29	0	9	8
1.1	Полимерные наноструктуры и нанокомпозиты. Формирование полимерных наноструктур	15	–	5	4
1.2	Классификация полимерных наноматериалов, их основные свойства и области применения	14	–	4	4
2.	Раздел 2. Полимерные нанокомпозиты и способы их получения	36	0	12	12
2.1	Механические и физические методы получения НРЧ в полимерных структурах	18	–	6	6
2.2	Химические методы получения полимерных наноструктур	18	–	6	6

3.	Раздел 3. Математическое моделирование процесса формирования наноструктуры полимерных материалов	43	0	13	18
3.1	Методы математического описания процессов формирования полимерных наноструктур	18	–	6	9
3.2	Компьютерное моделирование полимерных наносистем методами молекулярной динамики и Монте-Карло	25	–	7	8
	ИТОГО	108	0	34	38

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Общие свойства наноструктурных элементов в полимерных системах.

1.1. Полимерные наноструктуры и нанокомпозиты. Формирование полимерных наноструктур.

Наноматериалы на основе полимеров и их основные типы. Понятия полимерной наноструктуры, полимерного нанокомпозита. Молекулы полимеров как стабилизаторы ультрадисперсных состояний наноструктурированных систем. Параметры оценки стабилизирующей способности полимеров. Механические, физические и химические эффекты в процессах формирования полимерных наноструктур. Самоорганизация полимерных наноструктур.

1.2. Классификация полимерных наноматериалов, их основные свойства и области применения.

Классификация полимерных наноматериалов. Особенности наноструктурных полимерных композитов. Характеристики и свойства полимерных наноматериалов. Основные области их применения.

Раздел 2. Полимерные нанокомпозиты и способы их получения.

2.1. Механические и физические методы получения НРЧ в полимерных структурах.

Общая характеристика методов. Механическое диспергирование НРЧ в полимерах.

Микрокапсулирование НРЧ полимерами. Методы напыления атомов металлов на полимеры. Образование зольей металлов в полимерных структурах в результате термического разложения прекурсоров. Восстановительные методы синтеза полимер-связанных наноразмерных частиц.

2.2. Химические методы получения полимерных наноструктур.

Электрохимические методы формирования НРЧ в полимерных структурах. Получение нанокомпозитных материалов на стадии процессов полимеризации или поликонденсации. Би- и полиметаллические НРЧ в полимерах.

Раздел 3. Математическое моделирование процесса формирования наноструктуры полимерных материалов.

3.1. Методы математического описания процессов формирования полимерных наноструктур.

Основные подходы к математическому описанию и компьютерному моделированию процессов формирования полимерных наноструктур. Для известных законов движения частиц полимерной системы используется подход определения средних параметров системы, называемый *усреднением по времени*. Другой подход, предложенный Больцманом и развитый Гиббсом, называемый *усреднением по ансамблю*, состоит в том, что наблюдаемое свойство полимерной системы рассматривается не как среднее по времени, а как среднее по множеству различных состояний ансамбля системы, возникающих с определённой вероятностью, связанной со статистическим весом системы с учётом потенциальной энергии её конфигурации.

3.2. Компьютерное моделирование полимерных наносистем методами

молекулярной динамики и Монте-Карло.

Метод молекулярной динамики (МД) и его модификации. Принципы реализации метода молекулярной динамики при решении задачи численного эксперимента динамического типа. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло), в основе которого лежит альтернативный (вероятностный) принцип определения средних значений параметров состояния системы. Вычислительная схема метода Монте-Карло. Примеры компьютерного моделирования наноструктур полимеров с использованием методов молекулярной динамики и Монте-Карло.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
Знать:					
1	различные методы образования полимерных наноструктур		+		
2	основные области практического применения полимерных наноструктур и наноматериалов	+			
3	методы компьютерного моделирования полимерных наносистем		+		
Уметь:					
4	формулировать модельные представления полимерных наноструктур	+	+		
5	проводить компьютерное моделирование полимерных наносистем				
6	интерпретировать результаты компьютерного моделирования полимерных наносистем			+	
Владеть:					
7	основными принципами формирования полимерных наноструктур		+		
8	практическими навыками применения современных методов компьютерного моделирования полимерных наносистем			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции:					
9	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные	+	+	+

		комплексы для проведения научно-исследовательских работ ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации			
10	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов nanoиндустрии	ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов		+	
11	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	ПК-4.1 Знает физико-химические характеристики различных видов наноматериалов и наноструктур и основные методы их исследования и измерения параметров. ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием. ПК-4.3 Владеет навыками обработки измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.			+
12	ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций	ПК-5.1 Знает физико-химические основы процессов и технологий nanoиндустрии.			+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 34 акад. часов.

№	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1.1	Примеры полимерных наноструктур и нанокомпозитов. Принципы формирования полимерных наноструктур.	4
2	1.2	Классификация полимерных наноматериалов. Характеристика основных свойств наноструктурированных полимеров. Области практического использования полимерных наноматериалов и нанокомпозитов.	4
3	2.1	Сравнительный анализ механических и физических методов получения наноразмерных частиц в полимерных структурах.	6
4	2.2	Примеры химических методов получения полимерных наноструктур.	6

5	3.1	Анализ методов математического описания процессов формирования полимерных наноструктур	6
6	3.2	Компьютерное моделирование полимерных наносистем методами молекулярной динамики и Монте-Карло	8

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины *«Полимерные наноструктуры и их применения»* предусмотрена самостоятельная работа студентамагистратуры в объеме 74 акад. часов.

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях по дисциплине материала;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- выполнение контрольных работ согласно индивидуальному заданию;

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами;
- подготовку к *зачету* по дисциплине в 3 семестре.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется путём учёта личного участия обучающегося на практических занятиях по проработке материалов лекций, которое при 100% -ном посещении этих занятий оценивается 10 баллами.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Задание на реферативно-аналитическую работу представляет собой конкретную тему, в соответствии с которой обучающийся должен выполнить обзор литературных источников и представить его в форме письменной работы. Максимальная оценка – 30 баллов.

Примеры тем реферативно-аналитической работы:

1. Экспериментальные и теоретические методы изучения конфигурации и конформации макромолекул полимеров.
2. Восстановительные методы синтеза полимер-связанных наноразмерных частиц.
3. Получение полимерных наноструктур методом разложения карбониллов металлов в полимерных матрицах.
4. Метод Монте-Карло, решётчатые и континуальные формы его модификации.

8.2. Примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы. Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 10 баллов за каждую.

Пример варианта контрольной работы:

Вариант 4: Рассматривается кинетика конденсации паров металла M на охлаждённую до низкой температуры тонкую полимерную плёнку, которая характеризуется последовательностью необратимых бимолекулярных реакций описывается серией линейных дифференциальных уравнений с заданными, равными между собой константами скоростей реакций k , а скорость кластообразования представляется как непрерывное отложение атомов металла на плёнке полимера во времени со скоростью W . Определить нуклеарность n -го кластера металла.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачёт, 3 семестр)

Форма проведения итогового контроля освоения дисциплины – устный опрос (в рамках зачёта). Максимальное количество баллов за устный опрос – 40 баллов. На устном опросе студенту предлагается ответить на два теоретических вопроса из разных разделов дисциплины. Максимальная оценка за каждый теоретический вопрос – 20 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Конфигурация и конформация макромолекул полимеров. Какими методами они изучаются и какими величинами характеризуются?
2. Жесткоцепные макромолекулы полимеров. Их характерные свойства и отличия от гибких цепей. Модели жёстких и полужёстких цепей. Понятие персистентной длины и способ её оценки.
3. Решёточные модели макромолекул полимеров. Теория Флори-Хаггинса. Какие свойства полимерных систем она описывает? Три приближения этой теории.
4. Формирование фрактальных структур в полимерах. Фрактальные кластеры и нити. Самоорганизация фрактальных полимерных структур.
5. Основные методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц.
6. Макромолекулы полимеров как стабилизаторы ультрадисперсного состояния наноразмерных частиц.
7. Метод механохимического диспергирования наноразмерных частиц в полимерах.
8. Методы напыления атомов металлов на полимерные структуры.
9. Образование золь металлов в полимерных структурах термическим разложением прекурсоров.
10. Восстановительные методы синтеза полимер-связанных наноразмерных частиц в растворах полимеров в блок-сополимерах.
11. Формирование полимерных наноструктур наноразмерными частицами металлов в гетерогенных полимерных системах.
12. Электрохимические методы формирования наноразмерных частиц металлов в поли полимерных структурах.
13. Би- и полиметаллические наноразмерные частицы в полимерах.
14. Получение нанокпозиционных материалов на стадии блочной полимеризации или поликонденсации.
15. Метод молекулярной динамики. Методы расчёта структурных и динамических характеристик молекулярных систем по данным имитационного моделирования.
16. Метод Монте-Карло и его статистическое обоснование. Решёточные и континуальные методы Монте-Карло. Периодические граничные условия. Функциональный вид и физическая природа потенциалов молекулярного взаимодействия.
17. Применение метода Монте-Карло для компьютерного моделирования динамики конформационных превращений. Суть метода Метрополиса.
18. Пространственные и временные масштабы, характерные единицы массы, энергии, времени и число частиц в «молекулярном мире» при моделировании молекулярных систем. Периодические граничные условия.
19. Принципы численного интегрирования уравнений движения. Простейший и скоростной алгоритмы Верле.

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

8.4. Структура и пример билета для зачёта с оценкой

Зачёт с оценкой по дисциплине «Полимерные наноструктуры и их применения» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для зачёта состоит из 2 вопросов, относящихся к различным разделам.

Пример билета для зачёта:

"Утверждаю"	Министерство науки и высшего образования РФ
Зав. каф. КХТП	Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
Глебов М.Б.	Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
	28.04.02 Наноинженерия
	Магистерская программа –
«__» _____ 20__ г.	«Материалы и технологии наноинженерии»

ПОЛИМЕРНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

БИЛЕТ № 1

1. Основные методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц.
2. Пространственные и временные масштабы, характерные единицы массы, энергии, времени и число частиц в «молекулярном мире» при моделировании молекулярных систем. Периодические граничные условия.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Башоров М.Т., Козлов Г.В., Микитаев А.К. Наноструктуры и свойства аморфных стеклообразных полимеров. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. 269 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия, 2000. 672 с.
2. Наноматериалы: свойства и перспективные приложения / ред. А. Б. Ярославцев. – М.: Научный мир, 2014. – 455 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- Журнал [«Journal of Nanostructured Polymers and Nanocomposites»](#). ISSN: 1790-4439.
- Журнал [«Механика композитных материалов»](#). ISSN: 0203-1272.:
- Журнал [«Наногетерогенный катализ»](#). ISSN: 2414-2158.
- Журнал [«Наносистемы: физика, химия, математика»](#). ISSN: 2220-8054.
- Журнал «Нанотехнологии. Экология. Производство». ISSN: 2220-248X.
- Журнал [«Российские нанотехнологии»](#). ISSN: 1992-7223.
- Журнал [«Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов»](#). ISSN: 2226-4442.
- Журнал [«Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology»](#). ISSN:

2043-6262.

- Журнал «[BioNanoScience](#)». ISSN: 2191-1630.
- Журнал «[Carbon Nanostructures](#)». ISSN: 2191-3005.
- Журнал «[Computational nanotechnology](#)». ISSN: 2313-223X.
- Журнал «[JET Nanobiotechnology](#)». ISSN: 1751-8741.
- Журнал «[Journal of Nano Research](#)». ISSN: 1662-5250.
- Журнал «[Journal of Nanomaterials](#)». ISSN: 1687-4110.
- Журнал «[Journal of Nanostructures](#)». ISSN: 2251-7871.
- Журнал «[Nanomaterials](#)». ISSN: 2079-4991.
- Журнал «[Nanotechnologies in Russia](#)». ISSN: 1995-0780.
- Журнал «[Computational and Theoretical Polymer Science](#)». ISSN: 1089-3156.
- Журнал «[European Polymer Journal](#)». ISSN: 0014-3057.
- Журнал «[International Journal of Polymeric Materials](#)». ISSN: 0091-4037.
- Журнал «Polymer Journal». ISSN: 0032-3896.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- раздаточный материал по тематике лекций;
- демонстрационный программный модуль, прогнозирующий процесс формирования наноструктуры полимера методом Монте-Карло;
- банк вариантов расчётных контрольных работ;
- банк билетов для зачёта.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7/> (дата обращения: 20.04.2022).

2. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно- методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/152/150/25/> (дата обращения: 20.04.2022).

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%E A%E0%E7/> (дата обращения: 20.04.2022).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).

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 составляет на 01.01.2022 года 1 719 785 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 15 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для выполнения лабораторных работ.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные программы, создающие визуализацию бифуркаций Андронова–Хопфа, удвоения периода, странного аттрактора Лоренца.

Примеры выполнения лабораторных работ.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим и лабораторным занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки

электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	10	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License Номер лицензии 47837477	10	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие сведения о наноструктурированных полимерных материалах	Знает: методы измерения и определения полимерной наноструктуры и свойств наноструктурированных полимеров. Умеет: проводить исследования структур и свойств наноструктурированных полимерных материалов. Владеет: навыками сбора, анализа и систематизации информации по рассматриваемой тематике.	Оценки за реферативно-аналитическую работу и за контрольную работу № 1. Оценка на зачёте.
Раздел 2. Методы получения и структура нано-Размерных частиц (НРЧ) в полимерах	Знает: основные методы получения наноструктурированных полимерных материалов; оборудование, используемое для получения наноструктурированных полимерных материалов. Умеет: проводить исследования структур и свойств наноструктурированных полимерных материалов. Владеет: методиками получения отдельных наноструктурированных полимерных материалов: блок-сополимеров, нанопористых полимеров, многослойных плёнок; навыками сбора, анализа и систематизации информации по рассматриваемой тематике.	Оценки за реферативно-аналитическую работу и за контрольную работу № 1. Оценка на зачёте.

Раздел 3. Моделирование процессов получения полимерных наноструктур	Умеет: предсказать отдельные свойства наноструктурированных полимерных материалов, зная отдельные характеристики их структуры. Владеет: навыками сбора, анализа и систематизации информации по рассматриваемой тематике.	Оценки за контрольную работу № 2. Оценка на зачёте.
--	---	---

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

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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 РПД

«Полимерные наноструктуры и их применения»

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа
«Материалы и технологии наноинженерии»

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.
		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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н.Филатов

«25» мая 2022 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Инженерное творчество в химии и химической технологии»**

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

**Магистерская программа:
Материалы и технологии наноинженерии**

Квалификация: магистр

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

на заседании Методической комиссии

РХТУ им. Д.И. Менделеева

«25» мая 2022 г.

Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена: профессором кафедры кибернетики химико-технологических процессов , д.т.н. Дороховым И.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Инженерное творчество в химии и химической технологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули) учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области математики, вычислительной математики, макрокинетики химических процессов, процессов и аппаратов химической технологии, общей и неорганической химии, органической химии.

Цель дисциплины – научить магистранта методам активизации научно-технического творчества в области создания новой техники, оригинальных процессов и аппаратов химической технологии, конкурентоспособной наукоемкой продукции, новых и высоких технологий.

Задачи дисциплины:

- сформировать у магистранта системное творческое инженерное мышление
- развить способность генерировать новые высокоэффективные нестандартные технические идеи и их успешно воплощать в виде изобретений и патентов при создании новых технологий, материалов, процессов и аппаратов.
- целенаправленно подготовить к творческой деятельности, к генерированию новых нестандартных идей.

Дисциплина «Инженерное творчество в химии и химической технологии» в соответствии с учебным планом подготовки магистра преподается во втором 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 **универсальных компетенций и индикаторов их достижения:**

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач

профессиональных компетенций и индикаторов их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и инновационный				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и</p>	<p>ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их.</p>	<p>ПК-1.1 Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в наноинженерии и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы.</p> <p>ПК-1.2 Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности.</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

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
инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.	других областей техники.		ПК-1.3 Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	
– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной	– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция

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
<p>деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>результатов и их интерпретации</p>	<p>проведения научно-исследовательских работ</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации</p>	<p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б)</p>
<p>– планирование и проведение</p>	<p>– методы исследований,</p>	<p>ПК-3. Способен к анализу</p>	<p>ПК-3.3 Владеет методами оценки</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-</p>

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
<p>теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии – от</p>	<p>испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>технологических процессов наноиндустрии</p>	<p>технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности</p>	<p>исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция</p> <p>С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

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
идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.				

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- теорию принятия решений и исчисление решения изобретательских задач;
- основные положения технического творчества;
- эвристические методы творчества и изобретательской деятельности;
- теорию решения изобретательских задач;
- компьютерные методы поискового конструирования;
- морфологический метод анализа и синтеза технических объектов и систем.

Уметь:

- генерировать новые высокоэффективные нестандартные технические идеи и решения и успешно их воплощать в виде изобретений и патентов при создании новых технологий, материалов, процессов и аппаратов, включая материалы и процессы нанотехнологии.

Владеть:

- методами качественного и количественного анализа химико-технологических и нанотехнологических процессов;
- методами выявления проблем и противоречий в ситуациях создания новых процессов и аппаратов нанотехнологии;
- методами оптимального синтеза структуры исследуемого объекта;
- методами изобретательской и инновационной деятельности.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,41	51	38,25
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа	2,59	93	69,75
Контактная самостоятельная работа	2,59	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,6	69,45
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Все го	Лек ции	Практич. занятия	Самост. работа
1	Раздел 1. Основные понятия изобретательства.	16	2	4	10
1.1	Законы развития технических систем. Изобретение и его признаки.				
2	Раздел 2. Поиск технических решений.	16	2	4	10
2.1	Эвристические приемы решения изобретательских задач. Методы активизации творческого мышления.				
3	Раздел 3. Основные понятия инженерного творчества.	20	3	4	13
3.1	Синтез физических принципов действия. Фонд физико-технических эффектов. Пример синтеза физического принципа действия.				
4	Раздел 4. Метод Коллера. Вепольные системы. Правила преобразования веполя.	16	2	4	10
4.1	Пример решения задачи с применением веполей.				
5	Раздел 5. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).	18	2	4	12
5.1	Алгоритм решения изобретательских				

	задач (АРИЗ). Пример решения изобретательской задачи с применением АРИЗ.				
6	Раздел 6. Морфологический метод анализа и синтеза технических объектов и систем.	16	2	4	10
6.1	Два подхода к морфологическому синтезу: на основе четких критериев качества; на основе нечетких критериев качества. Показатели качества проектных решений. Учет субъективных факторов экспертов.				
7	Раздел 7. Построение метода синтеза эвристических приемов.	118	2	4	12
7.1	Метод решения задач концептуального проектирования на основе использования системы «конфликт – частный эвристический прием». Архитектура информационно-поисковой системы				
8	Раздел 8. Изобретающая программа «Новатор».	24	2	6	16
8.1	Блок-схема изобретающей программы «Новатор». Анализ ситуации. Разработка концепции. Сравнение концепций. Поиск в базе данных. Редактирование исследовательского отчета.				
	Зачет с оценкой	36			
	Итого:	144	17	34	93

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия изобретательства. Законы развития технических систем. Изобретательские задачи. Изобретение и его признаки. Уровни изобретательских решений. Международная классификация изобретений.

Раздел 2. Поиск технических решений. Общая характеристика приемов поиска технических решений. Метод проб и ошибок. Эвристические приемы решения изобретательских задач. Методы активизации творческого мышления: мозговой штурм; метод контрольных вопросов; синектика; метод фокальных объектов; метод ассоциаций и гирлянд случайностей; метод морфологических матриц.

Раздел 3. Основные понятия инженерного творчества. Синтез физических принципов действия. Технический и технологический объект. Иерархия описаний технических и технологических объектов. Техническая функция. Функциональная структура. Физический принцип действия. Фонд физико-технических эффектов. Список требований к техническому объекту. Синтез физического принципа действия по заданной физической операции. Пример синтеза физического принципа действия.

Раздел 4. Метод Коллера. Вепольные системы. Правила преобразования веполя. Пример решения задачи с применением веполей.

Раздел 5. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ). Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ). Пример решения изобретательской задачи с применением АРИЗ.

Раздел 6. Морфологический метод анализа и синтеза технических объектов и систем. Понятие морфологии. Морфологический анализ и синтез. Морфологический ящик. Два подхода к разработке морфологических таблиц: конструктивно-функциональный анализ технической системы; выделение функционально-значимых отношений. Два подхода к морфологическому синтезу: на основе четких критериев качества; на основе нечетких критериев качества. Показатели качества проектных решений. Учет субъективных факторов экспертов. Методы морфологического синтеза при наличии прототипа. Методы морфологического синтеза в отсутствие прототипа. Морфологический метод древовидного синтеза. Морфологический метод лабиринтного синтеза. Морфологический метод блочно-лабиринтного синтеза. Морфологический анализ и синтез на И-ИЛИ-графах.

Раздел 7. Построение метода синтеза эвристических приемов. Интерпретация и конкретизация обобщенных эвристических приемов. Процедура инверсии эвристических приемов. Верификация метода синтеза эвристических приемов и формирование объектно-ориентированных фондов

эвристических приемов. Классификация объектов и процессов химической технологии. Классификация параметров и математических моделей химического процесса, химической реакции и механизма химической реакции. Верификация метода синтеза эвристических приемов на технологических решениях. Классификация параметров и математических моделей физико-технических эффектов для контактного аппарата, контактной ступени и контактного устройства аппарата. Верификация эвристических приемов на технических решениях. Информационно-поисковая система по эвристическим приемам. Метод решения задач концептуального проектирования на основе использования системы «конфликт – частный эвристический прием». Архитектура информационно-поисковой системы.

Раздел 8. Изобретающая программа «Новатор». Постановка задачи. Блок-схема изобретающей программы «Новатор». Анализ ситуации. Разработка концепции. Сравнение концепций. Поиск в базе данных. Редактирование исследовательского отчета.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции	1	2	3	4	5	6	7	8
	Знать:								
1	- теорию принятия решений и исчисление решения изобретательских задач;	+	+			+			
2	- основные положения технического творчества;	+		+		+			
3	- эвристические методы творчества и изобретательской деятельности;		+		+		+		
4	- теорию решения изобретательских задач;			+	+	+			
5	- компьютерные методы поискового конструирования;					+	+	+	+
6	- морфологический метод анализа и синтеза технических объектов и систем;				+	+	+		
	Уметь:								
7	- генерировать новые высокоэффективные нестандартные технические идеи решения и успешно их воплощать в виде изобретений и патентов при создании новых технологий, материалов, процессов и аппаратов.							+	+

	Владеть:								
8	-методами качественного и количественного анализа химико-технологических процессов			+		+		+	+
9	- методами выявления проблем и противоречий в ситуациях создания новых процессов и аппаратов химической технологии			+		+		+	+
10	- методами оптимального синтеза структуры исследуемого объекта			+		+		+	+
11	- методами изобретательской и инновационной деятельности			+		+		+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения									
12	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач	+	+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения									

13	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их	<p>ПК-1.1 Знает современные методы, использующиеся при проведении научных исследований в наноинженерии и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы.</p> <p>ПК-1.2 Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-1.3 Владеет приёмами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.</p>	+	+	+	+	+	+	+	+
14	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи,	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-	+	+	+	+	+	+	+	+

	анализу результатов и их интерпретации	информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации									
15	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов nanoиндустрии	ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Часы
1	2,5	Конструктивно-функциональный анализ технических объектов. Построение конструктивно-функциональной структуры химико-технологического аппарата. (4 часа).	3
2	2,5	Международная классификация изобретений (4 часа).	2

3	1,2,5	Изучение приемов Г.С. Альтшуллера с расшифровкой приемов на конкретных примерах(4 часа).	6
4	3,7	Решение типовых изобретательских задач с применением таблицы приемов устранения технических противоречий Г.С.Альшуллера (4 часа).	5
5	2,7	Вещественно-полевой анализ в изобретательской практике и применение стандартов для решения типовых изобретательских задач (8 часов).	8
6	5,6,7	Решение типовых изобретательских задач с помощью указателей физико-технических эффектов (4 часа).	5
7	5,7	Функционально-физический анализ технических объектов. Физическая операция. Список операций Коллера. Построение потоковой структуры химико-технологического аппарата (6 часов).	5
	Итого		34 часа

6.2. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- использование тестов промежуточного контроля знаний междисциплинарной автоматизированной системы обучения (АСО) для проверки знаний по отдельным разделам дисциплины,
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня,

– подготовку к сдаче зачёта по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

(РАЗДЕЛ ВЫПОЛНЕН В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ)

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме зачета с оценкой (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Задания для зачета с оценкой.

Для текущего контроля предусмотрено 10 контрольных работ. Максимальная оценка составляет 6 баллов за каждую работу.

Раздел 1.

Контрольная работа №1. Законы развития технических систем.

Раздел 2.

Контрольная работа №2. Эвристические методы решения изобретательских задач. Приемы и таблица Альтшуллера.

Контрольная работа №3. Решение изобретательской задачи на преодоление технического противоречия.

Раздел 3.

Контрольная работа №4. Вепольный анализ технических систем.

Контрольная работа №5. Стандарты решения изобретательских задач.

Раздел 4.

Контрольная работа №6. Функциональный анализ технических объектов.

Контрольная работа №7. Применение физико-технических эффектов.

Раздел 5.

Контрольная работа №8. Синтез физических принципов действия.

Раздел 6.

Контрольная работа № 9. Применение химических эффектов.

Раздел 7.

Контрольная работа №10. Алгоритмические методы поиска технических решений.

Примеры контрольных работ

Контрольная работа №3. Раздел 2.

Придумайте ампулу, которая могла бы увеличивать свой внутренний объем. Дело в том, что для опытов по получению сплавов ампулу полностью (на 100%) заполняют твердыми веществами (металлами). В космосе ампулу нагревают, металлы плавятся, потом получившийся сплав затвердевает. При этом объем сплава превышает объем исходных материалов и стекло не выдерживает, лопается. Примечание. Газы в ампуле оставаться не должны.

Контрольная работа №8. Раздел 5.

1. Внимательно прочитать стр.9-13 методического материала "Список физических эффектов и явлений" (файл: фпд 3): Введение. Несколько соображений об Указателе ФТЭ .Как использовать Указатель?
2. Выбрать из нижеследующего перечня авторское свидетельство (АС) свое АС и внимательно прочитать его (см. стр.2). Определить, какая техническая функция реализована в данном АС и какой вид энергии для этого используется (в терминологии таблицы выбора ФТЭ - файл фпд 5.
3. В таблице выбора ФПД (файл: фпд 5) найти клетку пересечения выбранного столбца и строки. В клетке выбрать 1 или 2 названия ФТЭ (в клетке их может быть больше).
4. Перейти к списку физических эффектов и явлений (файл фпд 6) и по левому столбцу № п/п найти номера своих ФТЭ. В четвертом столбце помещены номера выполняемых функций данных ФТЭ, выбрать не больше двух номеров выполняемых функций. Для описания выполняемых функций обратиться к Инструкции для пользователя (файл: фпд 4).
5. В Инструкции для пользователя(файл: фпд 4) содержатся описания 26 выполняемых функций (названия - жирным шрифтом № 1 - № 26). Из каждого номера выбрать не меньше 2-х ФТЭ и приступить к их описанию.

8.2. Отчеты по лабораторным работам для текущего контроля освоения дисциплины.

(Лабораторные работы не предусмотрены)

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2-й семестр – зачет с оценкой)

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой 40 баллов. Билет содержит два теоретических вопроса, относящихся к разным разделам дисциплины. Максимальная оценка за каждый теоретический вопрос – 20 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины

1. Качество создаваемых технических проектов. Формула для вероятности создания проекта с заданным уровнем качества.

2. Естественные и искусственные системы. Понятие технической системы. Свойства технической системы и элементов технической системы. Виды отношений между элементами технической системы.
3. Потребность в технической системе. Функция технической системы. Функциональная структура технической системы. Конструктивно-функциональный анализ технической системы.
4. Проектная задача. Поисковая задача. Задача выбора.
5. Постановка поисковой задачи. Проблемная ситуация.
6. Законы развития технических систем.
7. Типы и уровни изобретательских задач.
8. Объекты изобретения в технике: устройство; способ; вещество; применение известного ранее устройства, способа, вещества по новому назначению.
9. Международная классификация изобретений.
10. Эвристические приемы и фонды эвристических приемов.
11. Техническое противоречие. Приемы устранения технических противоречий Г.С.Альтшуллера.
12. Таблица устранения технических противоречий Г.С.Альтшуллера.
13. Вепольный анализ. Правила преобразования веполей.
14. Стандарты на решение изобретательских задач.
15. Порядок применения стандартов при решении изобретательских задач.
16. Понятие физико-технического эффекта (ФТЭ). Фонды ФТЭ. Указатели ФТЭ. Прямая и обратная задача с применением указателей ФТЭ.
17. Химические эффекты. Классификация и признаки химических эффектов.
18. Указатель использования химических эффектов для решения изобретательских задач.
19. Химические эффекты образования и исчезновения вещества.
20. Химические эффекты выделения и поглощения энергии.
21. Электреты.
22. Базы данных по использованию химических эффектов (в экологии, аккумуляторы электричества, способы получения покрытий металлами).
23. Функционально-физический анализ технических систем. Техническая функция. Физическая операция. Таблица операций Коллера.
24. Функциональная и потоковая структура технического объекта.
25. Физический принцип действия технической системы (ФПД). Понятие совместимости физико-технических эффектов. Виды совместимости ФТЭ. Синтез ФПД.
26. Пример синтеза физического принципа действия (датчик для измерения давления жидкости).
27. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ). Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ).
28. Изобретающая машина - приемы (ИМ - П).
29. Изобретающая машина - эффекты (ИМ - Э).
30. Изобретающая машина - стандарты (ИМ - С).

31. Блок-схема изобретающей программы "Новатор"
32. Фонды эвристических приемов.
33. Межотраслевой фонд эвристических приемов А.И.Половинкина.
34. Фонд эвристических приемов для синтеза неоднородных ХТС многоассортиментных производств хлорметанов.
35. Блок-схема системы автоматизированного синтеза эвристических приемов.
36. Поиск и построение иерархического описания объекта химической технологии в процедуре синтеза эвристических приемов.
37. Анализ объекта химической технологии в процедуре автоматизированного синтеза эвристических приемов.
38. Классификация параметров объекта химической технологии для N - го уровня иерархии в процедуре автоматизированного синтеза эвристических приемов.
39. Блок-схема процесса решения задач концептуального проектирования на основе использования системы "конфликт - частный ЭП".
40. Мозговой штурм.
41. Синектика.
42. Ассоциативные методы активизации творческого мышления: метод каталога; метод фокальных объектов; метод гирлянд; метод случайностей и ассоциаций.
43. Метод контрольных вопросов.
44. Морфологический анализ и синтез решений.
45. Изобретающая программа "Новатор"

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (2-й семестр)

Зачет с оценкой по дисциплине включает контрольные задания по разделам учебной программы дисциплины. Билет включает 2 теоретических вопроса.

Максимальная оценка – 40 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой.

"Утверждаю"
Зав. каф. КХТП
Глебов М.Б.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –

« » 20 г.

«Материалы и технологии наноинженерии»

ИНЖЕНЕРНОЕ ТВОРЧЕСТВО В НАНОИНЖЕНЕРИИ

Билет № 1

1. Потребность в технической системе. Функция технической системы. Функциональная структура технической системы. Конструктивно-функциональный анализ технической системы (20 баллов).

2. Блок-схема изобретающей программы Новатор (20 баллов).

9. УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная.

1. Дорохов И.Н. Инженерное творчество и инновационный менеджмент в химии и химической технологии. Лабораторный практикум: учеб. пособие / И.Н. Дорохов. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. - 76 с.

Б) Дополнительная.

1. Дорохов И.Н., Меньшиков В.В. Системный анализ процессов химической технологии. Интеллектуальные системы и инженерное творчество в задачах интенсификации химико-технологических процессов и производств. М.: Наука, 2005- 583 с.
2. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. – М.: Машиностроение, 1988. – 420 с.
3. Земляной, К. Г. Основы научных исследований и инженерного творчества (учебно-исследовательская и научно-исследовательская работа студента) : учебно-методическое пособие / К. Г. Земляной, И. А. Павлова. — Екатеринбург : УрФУ, 2015. — 68 с. — ISBN 978-5-7996-1388-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99010> (дата обращения: 20.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

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

Научно-технические журналы:

- «Химическая промышленность сегодня», ISSN – 0023-110X;
- «Химическая технология», ISSN – 1684-5811;
- «Теоретические основы химической технологии», ISSN – 0040-3571;
- «Computers and Chemical Engineering» ISSN – 0098-1354;
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии) – 0236-235X, ISSN (онлайновой версии) – 2311-2735.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- конспекты лекций в формате *.pdf – 16;
- демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям;
- предустановленное лицензионное программное обеспечение в компьютерном классе (Windows 7, Microsoft Office 2010).

Имеются дополнительные средства для изучения дисциплины: электронные учебные пособия, библиотека программ для решения уравнений моделей, задания к практическим занятиям (50 задач), задания к самостоятельным работам (50 задач).

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн.

- тематическая группа в социальной сети Вконтакте, доступ к групповым чатам (Discord, WhatsApp, Viber), к вебинарам (Discord, Zoom, webinar.ru), групповой электронной почте, онлайн-конференции в Skype.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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

В соответствии с учебным планом занятия проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий вместимостью не менее 30 человек, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Компьютерный класс, насчитывающий не менее 10 посадочных мест, с предустановленным лицензионным программным обеспечением (Windows, Microsoft Excel) и выходом в Интернет для проведения практических и лабораторных занятий.

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

11.2. Учебно-наглядные пособия

Учебные пособия по дисциплине.

Электронный раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Демонстрационные расчётные модули по комплексным заданиям.

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

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5. При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки. Все компьютеры объединены в единую локальную сеть и имеют доступ к глобальной сети Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: инструкции по технике безопасности в компьютерном классе; методические рекомендации к практическим занятиям; учебные пособия; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; раздаточный материал к разделам дисциплины; справочные материалы.

На кафедре КХТП используются электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; электронные конспекты лекций; учебно-методические разработки в электронном виде; демонстрационные программы; специализированное программное обеспечение; справочные материалы в электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	10	Бессрочно
2	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License Номер лицензии 47837477	10	Бессрочно

12.ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля, оценки
Раздел1. Основные понятия изобретательства.	<p>Знает законы развития технических систем.</p> <p>Умеет решать изобретательские задачи. Изобретение и его признаки.</p> <p>Владеет международной классификацией изобретений.</p>	Оценка на зачете.
Раздел 2. Поиск технических решений.	<p>Знает общую характеристику приемов поиска технических решений.</p> <p>Умеет применять метод проб и ошибок, эвристические приемы решения изобретательских задач.</p> <p>Владеет методами активизации творческого мышления: мозговой штурм; метод контрольных вопросов; синектика; метод фокальных объектов; метод ассоциаций и гирлянд случайностей; метод морфологических матриц.</p>	<p>Выполнение задач на практических занятиях.</p> <p>Оценивается в баллах.</p> <p>Оценка на зачете.</p>
Раздел 3. Основные понятия инженерного творчества.	<p>Знает метод синтеза физических принципов действия.</p> <p>Умеет пользоваться фондом физико-технических эффектов.</p> <p>Владеет синтезом физического принципа действия по заданной физической операции</p>	Оценка на зачете.
Раздел 4. Метод Коллера. Вепольные системы.	<p>Знает метод Колера.</p> <p>Умеет пользоваться аппаратом вепольей и методом Коллера.</p>	Оценка на зачете.

	Владеет приемами преобразования веполя.	
Раздел 5. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).	Знает алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ). Умеет пользоваться методами теории решения изобретательских задач. Владеет приемами решения изобретательской задачи с применением ТРИЗ.	Оценка на зачете.
Раздел 6. Морфологический метод анализа и синтеза технических объектов и систем.	Знает морфологический анализ и синтез. Умеет реализовать морфологический синтез на основе четких критериев качества; на основе нечетких критериев качества. Владеет морфологическим методом древовидного синтеза, морфологическим методом лабиринтного синтеза, морфологическим методом блочно-лабиринтного синтеза, морфологическим анализом и синтезом на И-ИЛИ-графах.	Выполнение задач на практических занятиях. Оценивается в баллах. Оценка на зачете.
Раздел 7. Построение метода синтеза эвристических приемов.	Знает метод синтеза эвристических приемов. Умеет выполнять интерпретацию и конкретизацию обобщенных эвристических приемов; инверсию эвристических приемов. Владеет методом решения задач концептуального проектирования на основе использования системы «конфликт – частный эвристический прием».	Выполнение задач на практических занятиях. Оценивается в баллах. Оценка на зачете.

<p>Раздел 8. Изобретающая программа «Новатор».</p>	<p>Знает блок-схему изобретающей программы «Новатор».</p> <p>Умеет выполнять анализ ситуации, разрабатывать концепции.</p> <p>Владеет поиском в базе данных, редактированием исследовательского отчета.</p>	<p>Выполнение задач на практических занятиях.</p> <p>Оценивается в баллах.</p> <p>Оценка на зачете.</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 в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

- 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 РПД

«Инженерное творчество в наноинженерии»

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа

«Материалы и технологии наноинженерии»

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»**

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Экспертные системы в химической технологии и нанотехнологии»

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена

к.т.н., доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов

П.Г. Михайловой

д.т.н., профессором кафедры кибернетики химико-технологических процессов

Т.В. Савицкой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина *«Экспертные системы в химической технологии и нанотехнологии»* относится к вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» дисциплин учебного плана и является дисциплиной по выбору студента.

Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области: «Вычислительная математика», «Высшая математика», «Методы кибернетики в наноинженерии», «Моделирование нанопроцессов в химической технологии, фармацевтике и биотехнологии», а также на знаниях, полученных при изучении дисциплин подготовки магистрантов: «Моделирование технологических и природных систем».

Цель дисциплины – научить магистрантов теоретическим знаниям, практическим умениям и навыкам создания и использования экспертных систем для решения задач проектирования, планирования, прогнозирования, принятия решений, диагностики и управления химико-технологическими процессами и нанопроцессами, системами и химическими производствами, а также разработки экспертных обучающих систем.

Задачи дисциплины:

- обучение теоретическим знаниям и практическим умениям и навыкам использования методов искусственного интеллекта на основе экспертных систем для решения неформализованных задач в химической технологии;
- обучение теоретическим основам создания и организации экспертных систем для решения задач проектирования, планирования, прогнозирования, диагностики и управления в химической технологии;
- обучение теоретическим знаниям и практическим умениям и навыкам разработки моделей представления знаний в экспертных системах;
- обучение теоретическим знаниям и практическим умениям и навыкам разработки экспертных обучающих систем и элементов тренажёрных обучающих комплексов для управления химико-технологическими процессами, системами и химическими предприятиями.

Дисциплина *«Экспертные системы в химической технологии и нанотехнологии»* преподаётся во 2-м семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и инновационный				
– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации; – участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до	– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе; – наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области нанотехнологии и решать их.	ПК-1.1 Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в нанотехнологии, и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы. ПК-1.2 Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности. ПК-1.3 Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента,	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации –

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
создания промышленных изделий.	областей техники.		навыками подготовки научно-технических отчетов.	б)
– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации; – участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.	– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе; – наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б)
– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик,	– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе; – наноматериалы,	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов наноиндустрии	ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция

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
определения условий их применения и эксплуатации; – участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.	процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.			С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б)

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.3

Знать:

- основные понятия, классификации и области применения экспертных систем для решения неформализованных задач химической технологии и нанотехнологии;
- теоретические основы создания и организации экспертных систем для решения задач проектирования, планирования, прогнозирования, диагностики и управления в химической технологии и нанотехнологии;
- модели представления знаний в экспертных системах;
- механизмы логического вывода в экспертных системах;
- методы и алгоритмы принятия решений в задачах проектирования, планирования и управления химико-технологическими процессами, нанопроцессами и производствами с использованием экспертных систем;
- методы и подходы к созданию экспертных обучающих систем и тренажерных комплексов для управления химико-технологическими процессами, нанопроцессами, системами и химическими предприятиями.

Уметь:

- формулировать постановки задач проектирования, прогнозирования, планирования, оптимизации и управления объектами химической технологии и нанотехнологии в условиях неопределенности и выбирать методы решения данных задач с использованием экспертных систем;
- разрабатывать базы правил и базы знаний для создания экспертных систем в химической технологии и нанотехнологии;
- разрабатывать алгоритмы логического вывода в экспертных системах.

Владеть:

- навыками использования современных оболочек экспертных систем для решения задач поддержки принятия решений и управления в химической технологии и нанотехнологии.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,41	51	38,25
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа	2,59	93	69,75
Контактная самостоятельная работа	2,59	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,6	69,45
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий для магистров

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
	Введение	2	0,5	-	1,5
1.	Раздел 1. Принципы построения экспертных систем	25	5	-	20
1.1	Экспертные системы: области применения	7	2	-	5
1.2	Средства построения экспертных систем	6	1	-	5
1.3	Характеристика экспертных систем как систем искусственного интеллекта	6	1	-	5
1.4	Методы сбора экспертных знаний и обработки экспертных оценок в процессе группового принятия решений	6	1	-	5
2.	Раздел 2. Логические модели в системах, основанных на знаниях	34	3	12	19
2.1.	Логика и логическое управление. Функции, аксиомы и теоремы (законы) алгебры логики	15	2	6	7
2.2.	Таблица состояний и таблица истинности. Построение дерева смены состояний химико-технологической системы	9,5	0,5	3	6
2.3.	Логические и лингвистические модели представления знаний. Логические схемы	9,5	0,5	3	6
3	Раздел 3. Модели представления знаний в экспертных системах	54	6,5	16	31,5
3.1.	Классификация моделей представления знаний в системах искусственного интеллекта	6,5	0,5	-	6
3.2.	Сетевые структурно-лингвистические модели представления знаний: семантические сети, нечеткие сети Петри	12,5	2	4	6,5

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
3.3.	Фреймовые модели представления знаний об объектах химической технологии и нанотехнологии	11,5	1,5	4	6
3.4.	Продукционные правила, модели и системы представления знаний	14,5	1,5	7	6
3.5.	Процедура вывода решений на основе продукционных моделей представления знаний на примерах задач классификации, выбора, и управления в химической технологии и нанотехнологии	9	1	1	7
4	Раздел 4. Экспертные обучающие системы и тренажёрные комплексы в химической технологии	29	2	6	21
4.1.	Экспертные обучающие системы (ЭОС)	5,5	0,5	-	5
4.2.	Компьютерные тренажёрные обучающие комплексы (ТОК)	5,5	0,5	-	5
4.3.	Использование стандартных оболочек экспертных систем для создания имитаторов функционирования объектов химических производств	9,5	0,5	3	6
4.4.	Разработка блоков сопряжения компьютерных обучающих тренажёрных комплексов с системами диспетчерского управления и сбора данных	8,5	0,5	3	5
	Всего	144	17	34	93

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Цель и задачи курса. Краткий исторический очерк развития методов искусственного интеллекта, основанных на знаниях

Раздел 1. Принципы построения экспертных систем.

1.1. **Экспертные системы: области применения** при решении задач

планирования, прогнозирования, проектирования и управления энерго-ресурсосберегающими процессами в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии и нанотехнологии.

1.2. Средства построения экспертных систем. Стандартные оболочки для создания экспертных систем. Примеры использования экспертных систем для решения задач планирования, прогнозирования, диагностики и управления в химической технологии и нанотехнологии.

1.3. Характеристика экспертных систем как систем искусственного интеллекта.

1.4. Методы сбора экспертных знаний и обработки экспертных оценок в процессе группового принятия решений. Требования к экспертам. Стратегия получения знаний. Структурирование знаний.

Раздел 2. Логические модели в системах, основанных на знаниях

2.1. Логика и логическое управление. Функции, аксиомы и теоремы (законы) алгебры логики.

2.2. Таблица состояний и таблица истинности. Построение дерева смены состояний химико-технологической системы.

2.3. Логические и логико-лингвистические модели представления знаний. Логические схемы.

Раздел 3. Модели представления знаний в экспертных системах

3.1. Классификация моделей представления знаний в системах искусственного интеллекта.

3.2. Сетевые структурно-лингвистические модели представления знаний: семантические сети, нечеткие сети Петри.

3.3. Фреймовые модели представления знаний об объектах химической технологии и нанотехнологии. Процедуры логического вывода решений с использованием моделей на основе фреймов.

3.4. Продукционные правила, модели и системы представления знаний. Алгоритм формирования рабочего набора продукционных правил, проверка на противоречивость и избыточность.

3.5. Процедура вывода решений на основе продукционных моделей представления знаний на примерах задач классификации, выбора, и управления в химической технологии и нанотехнологии.

Раздел 4. Экспертные обучающие системы и тренажёрные комплексы в химической технологии

4.1. Экспертные обучающие системы (ЭОС). Структура ЭОС. Базы знаний в ЭОС.

4.2. Компьютерные тренажерные обучающие комплексы (ТОК). Функциональная структура. Структура математического обеспечения модульного тренажера.

4.3. Использование стандартных оболочек экспертных систем для создания имитаторов функционирования объектов химических производств.

4.4. Разработка блоков сопряжения компьютерных обучающих тренажерных комплексов с системами диспетчерского управления и сбора данных.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	основные понятия, классификации и области применения экспертных систем для решения неформализованных задач химической технологии и нанотехнологии;	+			
2	теоретические основы создания и организации экспертных систем для решения задач проектирования, планирования, прогнозирования, диагностики и управления в химической технологии и нанотехнологии;	+			
3	модели представления знаний в экспертных системах;			+	
4	механизмы логического вывода в экспертных системах;		+		
5	методы и алгоритмы принятия решений в задачах проектирования, планирования и управления химико-технологическими процессами, нанопроцессами и производствами с использованием экспертных систем;			+	
6	методы и подходы к созданию экспертных обучающих систем и тренажерных комплексов для управления химико-технологическими процессами, нанопроцессами, системами и химическими предприятиями.				+
	Уметь:				
7	формулировать постановки задач проектирования, прогнозирования, планирования, оптимизации и управления объектами химической технологии и нанотехнологии в условиях неопределенности и выбирать методы решения данных задач с использованием экспертных систем;	+			
8	разрабатывать базы правил и базы знаний для создания экспертных систем в химической технологии и нанотехнологии;			+	+
9	разрабатывать алгоритмы логического вывода в экспертных системах.		+		
	Владеть:				
10	навыками использования современных оболочек экспертных систем для решения задач поддержки принятия решений и управления в химической технологии и нанотехнологии.			+	+

№	В результате освоения дисциплины студент должен:			Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:							
	Код и наименование УК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения УК (перечень из п.2)					
	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	+	+	+	+	
		УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке	+	+	+	+	
		УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач	+	+	+	+	
	Код и наименование ПК (перечень из п.2)	Код и наименование индикатора достижения ПК (перечень из п.2)					
	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области нанотехнологий и решать их.	ПК-1.1 Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в нанотехнологии, и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы.	+	+	+	+	
		ПК-1.2 Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности.	+	+	+	+	
		ПК-1.3 Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+	+	+	+	
	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+	+	
		ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	+	+	+	+	

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов nanoиндустрии	ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности		+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1.	2.1	Разработка логических моделей (функций) представления знаний для решения задач планирования и управления химико-технологическими процессами и системами. Использование аксиом и теорем алгебры логики для преобразования логических функций	6
2.	2.2-2.3	Решение задач построения логической схемы по логической функции, логической функции по логической схеме, логической функции по таблице истинности	6
3.	3.2-3.3	Представление знаний о технологических процессах, о типовом оборудовании химических производств с использованием семантических сетей и фреймов	8
4.	3.4	Составление продукционных правил и продукционных моделей представления знаний для принятия решений по управлению технологическими процессами в заданном технологическом регламенте, предаварийном и аварийном режимах	7
5.	3.5	Изучение функциональных возможностей стандартных оболочек экспертных систем для решения задач планирования и управления химико-технологическими процессами и химическими производствами	1
6.	4.3-4.4	Разработка мнемосхем для создания тренажерных обучающих комплексов для подготовки операторов установок химических и нефтеперерабатывающих производств	6

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студента в объёме 93 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам;
- написание реферата;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;

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

По дисциплине «Экспертные системы в химической технологии и нанотехнологии» предусмотрены следующие баллы текущего контроля освоения дисциплины:

- Контрольная работа №1(раздел 2) – 12 баллов;
- Контрольная работа №2(раздел 2) – 12 баллов;
- Контрольная работа №3(раздел 3) – 12 баллов;
- Контрольная работа №4(раздел 3) – 14 баллов;
- Реферат – 10 баллов.

8.1. Примеры контрольных работ для текущего контроля освоения дисциплины

1. Решение типовых задач на формирование набора возможных состояний химико-технологической системы в виде таблицы состояний, построение дерева смены состояний химико-технологической системы и соответствующей таблицы истинности.

Максимальная оценка контрольной работы – 12 баллов.

Вариант 1.

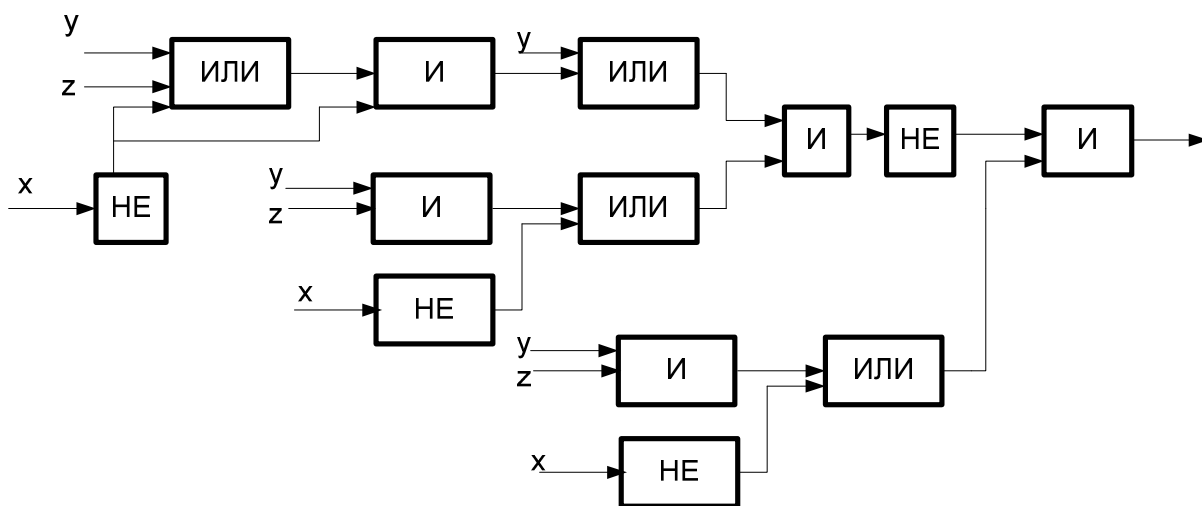
Сформировать набор возможных состояний системы, состоящей из одного продукта, обрабатываемого последовательно на двух аппаратах, и склада для хранения сырья и готовой продукции. Составить перечень возможных действий для перехода между состояниями системы. Построить таблицу истинности и дерево переходов между состояниями. Определить исходное и целевое состояния системы.

2. Решение типовых задач построения логических зависимостей по логическим схемам (и обратной задачи), таблицам истинности. Использование аксиом и теорем алгебры логики для упрощения логических зависимостей.

Максимальная оценка контрольной работы – 12 баллов.

Вариант 5

Для заданной логической схемы записать функциональную зависимость от трёх логических переменных и построить таблицу истинности. С использованием аксиом и теорем алгебры логики упростить полученную функцию, построить для неё логическую схему и проверить её правильность с помощью таблицы истинности.



3. Решение типовых задач использования семантических сетей и фреймов для представления знаний о технологических процессах, о типовом оборудовании химических производств.

Максимальная оценка контрольной работы – 12 баллов.

ВАРИАНТ 3

Модели представления знаний: фреймы и семантические сети.

Представить знаний о технологическом процессе осаждения сульфида меди и удаления из реакционной массы избыточного аммиака (стадия ТП-3.2), заданные технологическим регламентом:

- в виде семантической сети (технологический процесс);
- в виде фреймов

ТП-3.2. Осаждение сульфида меди и удаление из реакционной массы избыточного аммиака

Аммонийная соль б-аминовератровой кислоты – соединение нестойкое и в присутствии аммиаката меди быстро окисляется кислородом воздуха, поэтому к реакционной массе сразу после окончания процесса добавляют сульфид натрия для перевода меди в осадок в виде сульфида в аппарате Р-33.

Расход сульфида натрия 1 моль на 1 моль загруженной меди. При отсутствии меди в растворе, реакционную массу переносят в аппарат Р-34 и через холодильник Т-35 и две ловушки Сб-39 (пустая) и Сб-40 (с водой) удаляют избыток аммиака при $P_{ост}$ 20 кПа и 23 °С в течение 2 ч, после чего отключают ловушки, дают холодную воду в холодильник Т-35, горячую воду в рубашку аппарата Р-34, в системе создают $P_{ост}$ 15-20 кПа и при температуре в массе 63 ± 2 °С отгоняют часть воды в Сб-36. Подъем температуры при отгонке воды выше 65 °С снижает выход «Фенилмочевины». Охлаждающуюся реакционную массу пуском холодной воды в рубашку аппарата до 23 °С и сульфид меди отфильтровывают на фильтре Ф-41. Осадок промывают водой через аппарат и отправляют на обезвреживание. Фильтрат направляют на ТП-3.3 в аппарат Р-44.

4. Решение типовых задач составления систем продукционных правил и продукционных моделей представления знаний по управлению технологическими процессами в заданном технологическом регламенте режиме с целью получения целевого продукта заданного качества, предаварийном и аварийном режимах.

Максимальная оценка контрольной работы – 14 баллов.

ВАРИАНТ 4

Модели представления знаний: продукционные. Составить систему

продукционных правил и записать продукционную модель представления знаний по управлению технологическим процессом получения хлорангидрида пирослизевой кислоты (стадия ТП-8.1) в заданном технологическом регламентом режиме с целью получения целевого продукта заданного качества.

ТП-8.1. Получение хлорангидрида пирослизевой кислоты

Хлорангидрид пирослизевой кислоты получают взаимодействием пирослизевой кислоты с хлористым тионилем в присутствии катализатора – диметилформамида. Соотношение реагентов: 1,3 моль тионила хлористого на 1 моль пирослизевой кислоты.

Реакция получения хлорангидрида проходит с выделением больших количеств кислых газов, что ведет к вспениванию реакционной массы. Вследствие этого коэффициент заполнения аппарата не должен превышать 0,5. Во избежание вспенивания и выброса реакционной массы проводят медленное, в течение 2 ч, нагревание реакционной массы до температуры 80 ± 5 °С, при которой завершается процесс.

В аппарат Р-83 с двумя поглотительными ловушками, одна из которых Л-84а – пустая, другая Л-84б заполнена водой, загружают из аппарата Р-254 толуольный раствор пирослизевой кислоты, из мерника М-86 – диметилформамид. Подают воду в рубашку аппарата Р-83 и на обратный холодильник Т-85 и перемешивают реакционную массу при температуре около 20 °С в течение 20 мин, затем при этой же температуре из мерника М-87 в течение 30 мин прибавляют тионил хлористый так, чтобы температура в массе не поднималась выше 20 °С.

По окончании прибавления прекращают подачу охлажденной воды в рубашку аппарата и нагревают массу подачей паро-водяной смеси в рубашку аппарата до температуры 85 °С со скоростью подъема температуры 0,5 °С в мин в течение 2 ч. При температуре 83 ± 5 °С дают выдержку при перемешивании в течение 4 ч.

По окончании выдержки прекращают внешний обогрев, пуском воды в рубашку аппарата охлаждают массу до температуры 20 ± 5 °С. Мешалку останавливают и отбирают пробу для определения конца реакции.

Хлорангидрид пирослизевой кислоты – сильный лакриматор!

Реакция считается законченной, если в реакционной массе содержание пирослизевой кислоты не превышает 0,2 %.

8.2. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Максимальная оценка – 10 баллов.

1. Использование экспертных систем в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и смежных отраслях промышленности для решения задач планирования.
2. Обзор современных средств разработки экспертных систем.
3. Обзор современных программных средств, реализующих методы искусственного интеллекта.
4. Обзор современных подходов, методов и оболочек для реализации тренажерных обучающих комплексов и экспертных обучающих систем.
5. Использование экспертных систем в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и смежных отраслях промышленности для решения задач управления.
6. Современное состояние в области разработки промышленных тренажеров для подготовки операторов-технологов (химическая и смежные отрасли промышленности).
7. Использование интеллектуальных систем для диагностики и прогнозирования аварийных ситуаций на предприятиях.
8. Примеры использования семантических сетей для представления знаний об объектах химической технологии.

9. Примеры использования фреймов для представления знаний об объектах химической технологии.
10. Примеры практического использования экспертных обучающих систем в профессиональном образовании.
11. Примеры использования логики предикатов для представления знаний и построения экспертных систем в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и смежных отраслях промышленности.
12. Обзор интеллектуальных систем автоматизированного проектирования технологических процессов и систем.
13. Системы интеллектуального мониторинга в промышленности.
14. Обзор интеллектуальных систем контроля сложных технологических процессов.
15. Архитектура и примеры гибридных экспертных систем.
16. Примеры экспертных систем поддержки принятия решений в химической и смежных отраслях промышленности.
17. Деревья принятия решений. Понятие. Классификация. Программное обеспечение. Примеры использования в химической и смежных отраслях промышленности.
18. Системы обработки естественного языка.
19. Обзор методов моделирования рассуждений.
20. Нейлоровские диагностирующие системы. Примеры.
21. Обзор экспертных систем на основе байесовского подхода.
22. Статические, квазидинамические и динамические экспертные системы химической технологии и нанотехнологии.
23. Миварный подход к разработке экспертных систем.
24. Таксономические экспертные системы.

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

Итоговый контроль освоения материала дисциплины проводится в форме зачета с оценкой. Билет содержит три практических задания. Максимальная оценка за задание 1 – 13 баллов, за задание 2 – 13 баллов, за задание 3 – 14 баллов. Максимальная оценка за ответ на зачете – 40 баллов.

Для каждого задания приводится фрагмент технологического регламента, плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций или описание типового оборудования химических производств.

1. Модели представления знаний: семантические сети. Использование семантической сети для представления знаний о типовом оборудовании химических производств (по заданию преподавателя).

2. Модели представления знаний: семантические сети. Использование семантической сети для представления знаний о технологическом процессе (по заданию преподавателя).

3. Модели представления знаний: фреймы. Использование фреймов для представления знаний о типовом оборудовании химических производств (по заданию преподавателя).

4. Модели представления знаний: фреймы. Использование фреймов для представления знаний о технологическом процессе (по заданию преподавателя).

5. Модели представления знаний: продукционные. Составить систему продукционных правил и записать продукционную модель представления знаний по управлению технологическим процессом в штатном режиме (по заданию преподавателя).

6. Модели представления знаний: продукционные. Составить систему продукционных правил и записать продукционную модель представления знаний по управлению технологическим процессом в предаварийном режиме (по заданию преподавателя).

7. Модели представления знаний: продукционные. Представить в виде

продукционной модели алгоритм выбора метода очистки сточных вод (по заданию преподавателя).

8. Модели представления знаний: продукционные. Записать систему продукционных правил для выбора метода очистки сточных вод (по заданию преподавателя).

9. Модели представления знаний: семантические сети и фреймы. Использование семантической сети и фреймов для представления знаний о типовом оборудовании химических производств (по заданию преподавателя).

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по дисциплине «*Экспертные системы в химической технологии и нанотехнологии*» проводится во 2 семестре и включает три практических задания по разделу 3 рабочей программы дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из 3 вопросов, относящихся к указанному разделу. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первое задание – 13 баллов, второе – 13 баллов, третье – 14 баллов.

Пример билета для *зачета с оценкой*.

<p>«<i>Утверждаю</i>» <u>Зав. каф. КХТП</u> (Должность, название кафедры)</p> <p><u>Глебов М.Б.</u> (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«<u> </u>» <u> </u> 20<u> </u> г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра кибернетики химико-технологических процессов 28.04.02 Наноинженерия Магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии» Дисциплина «Экспертные системы в химической технологии и нанотехнологии»</p>
<p style="text-align: center;">Билет № 1</p> <p>1. Модели представления знаний: семантические сети. Использование семантических сетей для представления знаний о технологическом процессе получения лидокаина гидрохлорида (стадия ТП-3.1). <u>ТП-3.1. Получение ацетонового раствора 2-диэтиламино-2',6'-ацетксиледида.</u> В аппарат Р-29 из мерника М-30 загружают ацетон ($m=2,337$ т, $\rho=595,5$ кг/м³) и при работающей мешалке через люк загружают основание лидокаина ($m=0,923$ т, $\rho=790$ кг/м³). Суспензию перемешивают в течение 30-40 мин до полного растворения продукта. Через люк загружают активированный уголь ($m=0,047$ т) и массу перемешивают еще 30 мин. Полученную суспензию фильтруют на друк-филт্রে Ф-31. Уголь на фильтре трижды промывают ацетоном ($m=0,916$ т, $\rho=789,6$ кг/м³) через аппарат Р-29. Ацетоновый раствор основания лидокаина и промывной ацетон с фильтра Ф-31 направляют в аппарат Р-32 на операцию ТП-3.2. Уголь с фильтрующим материалом направляют на термическое обезвреживание. Общее время на стадии 5,5 часов.</p> <p>2. Модели представления знаний: фреймы. Использование фреймов для представления знаний о технологическом процессе получения лидокаина гидрохлорида (стадия ТП-3.2). <u>ТП-3.2. Получение лидокаина гидрохлорида.</u> К ацетоновому раствору основания лидокаина ($m=4,139$ т, $\rho=635,5$ кг/м³) при работающей мешалке в аппарате Р-32 из мерника М-33 в течение</p>	

30-40 мин прибавляют соляную кислоту ($m = 0,407 \text{ т}$, $\rho = 1183 \text{ кг/м}^3$). Температура массы при этом поднимается до $40+2^\circ\text{C}$. Прибавление кислоты ведут до pH массы 3,5-4. Пуском заохлажденной воды в рубашку аппарата раствор охлаждают до температуры $20+2^\circ\text{C}$, вносят затравку лидокаина гидрохлорида и перемешивают массу в течение 3 ч. Пуском рассола в рубашку аппарата Р-32 суспензию охлаждают до температуры $3+2^\circ\text{C}$, перемешивают в течение 1 ч и передают на фильтрацию. Общее время на стадии 6 часов.

3. Модели представления знаний: производственные. Составить систему производственных правил и записать производственную модель представления знаний по управлению технологическим процессом блока ректификации секции 200 установки каталитического крекинга в предаварийном и аварийном режиме

Признаки аварийных ситуаций	Действия
Повышение давления в колонне К-201 выше $1,35 \text{ кгс/см}^2$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Включить в работу все холодильники воздушного охлаждения 201, увеличить поступление оборотной воды в Х-201/1,2,3. 2. Прекратить подачу острого орошения закрытием регулирующего клапана FCA 2-329. Температуру на верхней тарелке поддержки подачей верхнего циркуляционного орошения. 3. Давление по газовому тракту К-201 – О-201 регулировать сбросом «факел» через регулирующийся клапан PCA 2-13. 4. При остановке газовых компрессоров ЦК-301/1,2,р восстановить работоспособность. 5. Уровень в колонне поддерживать подачей гидрогенизата через клапан дистанционного управления НС 2-29. Постоянно контролировать работу насосов циркуляционных орошений К-201. 6. Действия по секциям 100, 300 производить согласно указанию администрации цеха, установки. 7. При дальнейшем росте давления аварийно остановить установку.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Гаврилова, Т. А. Инженерия знаний. Модели и методы : учебник для вузов / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. — 5-е изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 324 с. — ISBN 978-5-507-44194-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217442> (дата обращения: 20.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта : монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8519-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176662> (дата обращения: 20.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Болотова, Л. С. Системы поддержки принятия решений в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / Л. С. Болотова ; ответственные редакторы В. Н. Волкова, Э. С. Болотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 257 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8250-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490259> (дата обращения: 20.04.2022).

4. Болотова, Л. С. Системы поддержки принятия решений в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / Л. С. Болотова ; ответственные редакторы В. Н. Волкова, Э. С. Болотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8251-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471000> (дата обращения: 20.04.2022).

20.04.2022).

Б) Дополнительная литература:

1. Химическая и биологическая безопасность: модели, методы и интеллектуальные системы управления безопасностью: учеб. пособие / А. Ф Егоров, Т. В. Савицкая, П. Г. Михайлова, С. А. Лёвшкина. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. – 220 с. (подраздел 2.2 (9 с.), (подраздел 4.2 (34 с.)).

2. Дорохов И. Н. , Меньшиков В. В. Системный анализ процессов химической технологии. Интеллектуальные системы и инженерное творчество в задачах интенсификации химико-технологических процессов и производств, М.: Наука, 2005. – 584 с.

3. Методологические основы построения экспертных систем в химической технологии [Текст] : учебное пособие / И.В. Хлебалкин, И.Н. Дорохов, Л.С. Гордеев, С.В. Николаев. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. - 48 с.

4. Сотник, С. Л. Проектирование систем искусственного интеллект : учебное пособие / С. Л. Сотник. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 228 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100395> (дата обращения: 20.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

– Интеллектуальные системы в производстве. ISSN печатной версии – 1813-7911, ISSN онлайн-версии – 2410-9304;

– Интеллектуальные системы. Теория и приложения (Интеллектуальные системы (до 2014 года)); ISSN печатной версии – 2411-4448

– Искусственный интеллект и принятие решений. ISSN печатной версии – 2071-8594;

– Информационные технологии в проектировании и производстве. ISSN печатной версии – 2073-2597;

– Artificial intelligence. ISSN печатной версии – 0004-3702, ISSN онлайн-версии – 1872-7921;

– Engineering applications of artificial intelligence. ISSN печатной версии – 0952-1976, ISSN онлайн-версии – 1873-6769.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. Портал знаний об искусственном интеллекте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neuronus.com/> (дата обращения: 20.04.2022).

2. Портал искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aiportal.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).

3. TAdviser [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

Подготовлены:

- электронные конспекты лекций по отдельным разделам дисциплины;
- компьютерные презентации лекций по отдельным разделам дисциплины;

– варианты заданий для выполнения контрольных работ, направленных на приобретение студентами навыков разработки моделей представления знаний для создания экспертных систем в химической технологии;

– темы рефератов и требования к их оформлению.

Указанные информационно-образовательные ресурсы размещены на выделенном сервере кафедры КХТП в Междисциплинарной автоматизированной системе обучения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cis.muctr.ru/alk> (дата обращения: 20.04.2022) (доступны из локальной сети кафедры КХТП).

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн с использованием LMS Moodle, включая обмен сообщениями, новостной форум и др., и платформы проведения видеоконференций Pruffme.

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 01.01.2022 г. 1 719 785 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 «**Экспертные системы в химической технологии и нанотехнологии**» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеется 2 компьютерных класса с 17 компьютерами (2 для работы преподавателей, 15 для работы студентов) и 1 выделенный сервер. Все компьютеры имеют доступ к сети Интернет.

Для проведения практических занятий по дисциплине имеются: многофункциональная лаборатория, оборудованная мультимедийным оборудованием, имеющая 10 персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть с выходом в

сеть Интернет, и одно многофункциональное устройство; компьютерный класс, оборудованный 9 компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в Интернет, и одним принтером.

Для реализации информационно-образовательных ресурсов дисциплин вариативной части программы на выделенном сервере кафедры КХТП под управлением Microsoft Windows Server Standart 2008 развернуты веб-сервер apache 2.2.17, Hypertext Preprocessor (php) 5.3.18, система управления базами данных (СУБД) MySQL 5, система дистанционного обучения (СДО) Moodle 2.6.1. Для доступа к Moodle используется веб-браузер Google Chrome или Mozilla FireFox.

11.2. Учебно-наглядные пособия

Фрагменты технологических регламентов производств, режимные листы установок.

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

На кафедре КХТП для проведения практических занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.5.

При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях или при проведении лабораторных работ на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки.

Все компьютеры объединены в единую локальную сеть и имеют доступ к глобальной сети Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Электронные образовательные ресурсы: междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов.

Информационно-образовательные, информационно-методические, учебно-исследовательские ресурсы представлены на образовательном сайте междисциплинарной АСО <http://cis.muctr.ru/alk/>, разработанном на кафедре компьютерно-интегрированных систем в химической технологии с 2014 по 2021 г., поддерживаемом в настоящее время сотрудниками кафедры КХТП и доступном из локальной сети кафедры.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	5 лицензий для профессорско-преподавательского состава ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
	PowerPoint Microsoft Teams			
2.	Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	20 лицензий для студентов ВУЗа. Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Принципы построения экспертных систем	Знает: Основные понятия, классификации и области применения экспертных систем для решения неформализованных задач химической технологии и нанотехнологии; Теоретические основы создания и организации экспертных систем для решения задач проектирования, планирования, прогнозирования, диагностики и управления в химической технологии и нанотехнологии; Умеет: формулировать постановки задач проектирования, прогнозирования, планирования, оптимизации и управления объектами химической технологии и нанотехнологии в условиях неопределенности и выбирать методы решения данных задач с использованием экспертных систем	Оценка за реферат. Оценка на зачете
Раздел 2. Логические модели в системах, основанных на знаниях	Знает: механизмы логического вывода в экспертных системах. Умеет: разрабатывать алгоритмы логического вывода в экспертных системах	Оценки за контрольные работы №1, 2. Оценка за реферат. Оценка на зачете
Раздел 3. Модели представления	Знает: модели представления знаний в экспертных системах. Методы и алгоритмы принятия решений в	Оценки за контрольные работы №3, 4.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
знаний в экспертных системах	<p>задачах проектирования, планирования и управления химико-технологическими процессами, нанопроцессами и производствами с использованием экспертных систем.</p> <p>Умеет: разрабатывать базы правил и базы знаний для создания экспертных систем в химической технологии и нанотехнологии.</p> <p>Владеет: навыками использования современных оболочек экспертных систем для решения задач поддержки принятия решений и управления в химической технологии и нанотехнологии</p>	Оценка за реферат. Оценка на зачете.
Раздел 4. Экспертные обучающие системы и тренажёрные комплексы в химической технологии	<p>Знает: методы и подходы к созданию экспертных обучающих систем и тренажёрных комплексов для управления химико-технологическими процессами, нанопроцессами, системами и химическими предприятиями.</p> <p>Умеет: разрабатывать базы правил и базы знаний для создания экспертных систем в химической технологии и нанотехнологии.</p> <p>Владеет: навыками использования современных оболочек экспертных систем для решения задач поддержки принятия решений и управления в химической технологии и нанотехнологии</p>	Оценка за реферат. Оценка на зачете

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

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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
«Экспертные системы в химической технологии и нанотехнологии»
основной образовательной программы высшего образования – программы
магистратуры
по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии»**

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ 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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные среды программирования
для решения задач наноинженерии»

Направление подготовки 28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии»
Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена д.т.н., профессором кафедры кибернетики химико-технологических процессов (КХТП) А.Ф. Егоровым и к.т.н., ассистентом кафедры КХТП А.М. Сверчковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КХТП РХТУ им. Д.И. Менделеева «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии Ученого совета и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой кибернетики химико-технологических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «Современные среды программирования для решения задач наноинженерии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору студента. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области таких дисциплин как «Основы информационных технологий», «Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности», «Вычислительная математика» и аналогичных дисциплинах других направлений подготовки.

Цель дисциплины – научить студентов использовать численные методы для обработки экспериментальных данных, решения линейных и нелинейных алгебраических, дифференциальных уравнений и их систем, вычисления определённых интегралов, оптимизации функций одной и нескольких переменных при решении задач наноинженерии с помощью программно-алгоритмического обеспечения, написанного в современных средах программирования.

Задачи изучения дисциплины «Современные среды программирования для решения задач наноинженерии» заключаются:

- в получении знаний и развитию практических навыков по применению методов вычислительной математики и программирования для решения задач наноинженерии;
- в развитии ранее полученных навыков структурного программирования.

Дисциплина «Современные среды программирования для решения задач наноинженерии» преподаётся во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведётся по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **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: научно-исследовательский и инновационный				
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области нанотехнологии и решать их.</p>	<p>ПК-1.2 Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности.</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)</p>

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
<p>– планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации;</p> <p>– участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии – от идеи, фундаментальных и прикладных исследований до создания промышленных изделий.</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации.</p>	<p>ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ.</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б)</p>

В результате изучения дисциплины обучающийся по программе бакалавриата должен:

Знать:

- технические и программные средства разработки программно-алгоритмического обеспечения для решения задач наноинженерии;
- основные алгоритмы численных методов решения математических задач с использованием современных сред программирования;

Уметь:

- использовать современные среды программирования для решения профессиональных задач;
- формулировать и представлять в виде алгоритма решения задачи наноинженерии, требующие применения численных методов;

Владеть:

- приёмами программирования численных методов при решении математических, технологических и исследовательских задач в наноинженерии;
- методами разработки математических моделей и методами содержательной интерпретации полученных результатов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,88	68	51
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа	2,12	76	57
Контактная самостоятельная работа	2,12	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,8	56,85
Вид итогового контроля:	Зачёт		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. Зан.	Лаб. работы	Сам. работа
	Введение	1	1	–	–	–
1	Раздел 1. Общие принципы разработки программно-алгоритмического обеспечения в современных средах программирования	12	2	2	2	6
1.1	Основные этапы разработки	1	1	–	–	–
1.2	Разработка специализированных библиотек процедур и функций	11	1	2	2	6

2	Раздел 2. Программно-алгоритмическая реализация численных методов интерполирования экспериментальных данных	20	2	2	4	12
2.1	Алгоритмизация методов интерполирования экспериментальных данных	2	2	–	–	–
2.2	Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций	8	–	1	2	5
2.3	Программирование основных процедур и функций	10	–	1	2	7
3	Раздел 3. Программно-алгоритмическая реализация численных методов аппроксимации экспериментальных данных	24	2	3	6	13
3.1	Алгоритмизация методов аппроксимации экспериментальных данных	1	1	–	–	–
3.2	Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций	9	1	1	2	5
3.3	Программирование основных процедур и функций	14	–	2	4	8
4	Раздел 4. Программно-алгоритмическая реализация численных методов решения нелинейных алгебраических уравнений	16	2	2	4	8
4.1	Алгоритмизация методов решения нелинейных алгебраических уравнений в современных средах программирования	2	2	–	–	–
4.2	Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций	7	–	1	2	4
4.3	Программирование основных процедур и функций для решения уравнений численными методами	7	–	1	2	4
5	Раздел 5. Программно-алгоритмическая реализация численных методов решения систем алгебраических уравнений	20	2	2	4	12
5.1	Алгоритмизация методов решения систем линейных и нелинейных уравнений в современных средах программирования	2	2	–	–	–
5.2	Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций	8	–	1	2	5

5.3	Программирование основных процедур и функций для решения систем уравнений численными методами	10	–	1	2	7
6	Раздел 6. Программно-алгоритмическая реализация численных методов интегрального и дифференциального исчислений	26	3	3	7	13
6.1	Алгоритмизация методов интегрального и дифференциального исчисления в современных средах программирования	1	1	–	–	–
6.2	Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций	8	–	1	2	5
6.3	Особенности программных реализаций задачи Коши и краевой задачи	2	2	–	–	–
6.4	Программирование основных процедур и функций для решения систем дифференциальных уравнений	7	–	1	2	4
6.5	Программирование методов вычисления определённых интегралов	8	–	1	3	4
7	Раздел 7. Программно-алгоритмическая реализация численных методов оптимизации функций одной и нескольких переменных	25	3	3	7	12
7.1	Алгоритмизация решения задач оптимизации функций одной и нескольких переменных	3	3	–	–	–
7.2	Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций	8	–	1	2	5
7.3	Программирование методов оптимизации функций одной и нескольких переменных	14	–	2	5	7
	ИТОГО	144	17	17	34	76

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение.

Цели и задачи дисциплины. Методы и средства программирования, используемые для решения задач нанотехнологий.

Раздел 1. Общие принципы разработки программно-алгоритмического обеспечения в современных средах программирования.

1.1. Основные этапы разработки. Жизненный цикл программного обеспечения, модели жизненного цикла. Этапы разработки программного обеспечения.

1.2. Разработка специализированных библиотек процедур и функций. Процедуры и функции, определяемые пользователем, их хранение и использование в специализированных библиотеках. Оформление программного кода процедур и функций в специализированных библиотеках.

Раздел 2. Программно-алгоритмическая реализация численных методов интерполирования экспериментальных данных.

2.1. Алгоритмизация методов интерполирования экспериментальных данных.

Постановка задачи интерполирования. Определение типов исходных данных и результатов расчёта при интерполировании.

2.2. Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций. Определение требуемых визуальных элементов управления, перечня необходимых процедур и функций. Проектирование интерфейса пользователя. Особенности алгоритмизации основных вычислительных процедур для интерполирования экспериментальных данных.

2.3. Программирование основных процедур и функций. Программирование процедур ручного и автоматизированного ввода исходных данных. Организация и оформление программного кода основных вычислительных процедур. Программирование процедур представления результатов интерполирования экспериментальных данных на экране и сохранения в файл.

Раздел 3. Программно-алгоритмическая реализация численных методов аппроксимации экспериментальных данных.

3.1. Алгоритмизация методов аппроксимации экспериментальных данных.

Постановка задачи аппроксимации. Определение типов исходных данных и результатов расчёта при интерполировании.

3.2. Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций. Визуальные компоненты для ввода и вывода данных. Структура и свойства интерфейса пользователя. Особенности алгоритмизации основных вычислительных процедур для аппроксимации экспериментальных данных.

3.3. Программирование основных процедур и функций. Программирование процедур ручного и автоматизированного ввода исходных данных. Организация и оформление программного кода основных вычислительных процедур. Использование специализированных библиотек процедур и функций для решения задачи аппроксимации в матричной форме. Программирование процедур представления результатов аппроксимации экспериментальных данных на экране и сохранения в файл.

Раздел 4. Программно-алгоритмическая реализация численных методов решения нелинейных алгебраических уравнений.

4.1. Алгоритмизация методов решения нелинейных алгебраических уравнений в современных средах программирования. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений.

4.2. Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций. Определение состава визуальных элементов управления, формирование перечня необходимых процедур и функций. Вопросы организации пользовательского интерфейса. Особенности алгоритмизации основных вычислительных процедур для решения нелинейных алгебраических уравнений.

4.3. Программирование основных процедур и функций для решения уравнений численными методами. Программирование процедур ввода исходных данных. Организация и оформление программного кода численных методов решения нелинейных алгебраических уравнений. Программирование процедур представления результатов. Исследование влияния настроек численных методов на скорость решения.

Раздел 5. Программно-алгоритмическая реализация численных методов решения систем алгебраических уравнений.

5.1. Алгоритмизация методов решения систем линейных и нелинейных уравнений в современных средах программирования. Численные методы решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений.

5.2. Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций. Визуализация элементов графического интерфейса для ввода и вывода

данных, определение состава процедур и функций для обработки данных. Особенности алгоритмизации численных методов решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений.

5.3. Программирование основных процедур и функций для решения систем уравнений численными методами. Программирование процедур ручного и автоматизированного ввода исходных данных. Организация и оформление программного кода вычислительных процедур для различных численных методов. Использование специализированных библиотек процедур и функций для решения систем уравнений в матричной форме. Программирование процедур представления результатов.

Раздел 6. Программно-алгоритмическая реализация численных методов интегрального и дифференциального исчисления.

6.1. Алгоритмизация методов интегрального и дифференциального исчисления в современных средах программирования. Численные методы решения дифференциальных уравнений и их систем.

6.2. Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций. Выбор стандартных компонентов графического интерфейса, объявление входных и выходных переменных процедур и функций. Разработка интерфейса пользователя. Особенности алгоритмизации численных методов решения дифференциальных уравнений и их систем.

6.3. Особенности программных реализаций задачи Коши и краевой задачи. Программная реализация задачи Коши. Отличительные особенности алгоритмизации и программной реализации краевой задачи.

6.4. Программирование основных процедур и функций для решения систем дифференциальных уравнений. Программирование процедур ввода исходных данных. Организация и оформление программного кода численных методов решения дифференциальных уравнений и их систем. Программирование процедур представления результатов на экране монитора в табличной и графической формах и сохранения результатов в файл. Исследование влияния настроек численных методов на скорость и точность решения.

6.5. Программирование методов вычисления определённых интегралов. Вычисление определённых интегралов. Особенности программно-алгоритмической реализации численных методов вычисления определённых интегралов. Программирование основных процедур и функций ввода исходных данных, вычисления и представления результатов. Исследование влияния настроек численных методов на скорость и точность решения.

Раздел 7. Программно-алгоритмическая реализация численных методов оптимизации функций одной и нескольких переменных.

7.1. Алгоритмизация решения задач оптимизации функций одной и нескольких переменных. Численные методы оптимизации решения задач одномерной и многомерной оптимизации. Определение типов исходных данных и результатов расчёта при оптимизации. Задание настроек для различных методов.

7.2. Проектирование интерфейса пользователя и алгоритмизация основных процедур и функций. Определение стандартных графических элементов управления программным приложением, формирование перечня необходимых для алгоритмизации процедур и функций. Особенности алгоритмизации численных методов оптимизации функций одной и нескольких переменных.

7.3. Программирование методов оптимизации функций одной и нескольких переменных. Программирование процедур ввода исходных данных. Организация и оформление программного кода численных методов одномерной и многомерной оптимизации. Программирование процедур представления результатов. Исследование влияния настроек численных методов на скорость решения.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ

ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
Знать:								
1	технические и программные средства разработки программно-алгоритмического обеспечения для решения задач наноинженерии;	+						
2	основные алгоритмы численных методов решения математических задач с использованием современных сред программирования;		+	+	+	+	+	+
Уметь:								
3	использовать современные среды программирования для решения профессиональных задач;	+	+	+	+	+	+	+
4	формулировать и представлять в виде алгоритма решения задачи наноинженерии, требующие применения численных методов;		+	+	+	+	+	+
Владеть:								
5	приёмами программирования численных методов при решении математических, технологических и исследовательских задач в наноинженерии;		+	+	+	+	+	+
6	методами разработки математических моделей и методами содержательной интерпретации полученных результатов.		+	+	+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:								
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК						
7	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их.	ПК-3.1. Знает методы идентификации математических описаний энерго- и ресурсосберегающих процессов на основе экспериментальных данных и методы их оптимизации с применением эмпирических и/или физико-химических моделей		+	+	+	+	+
8	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и		+	+	+	+	+

№	Требования к освоению дисциплины и компетенции		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5	Раздел 6	Раздел 7
	методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации.	анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ.							

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Особенности разработки специализированной библиотеки процедур и функций для выполнения матричных операций	2
2	2	Особенности разработки программно-алгоритмического обеспечения для интерполирования экспериментальных данных	1
3	3	Особенности разработки программно-алгоритмического обеспечения для аппроксимации экспериментальных данных	2
4	3	Особенности реализации программно-алгоритмического обеспечения для аппроксимации экспериментальных данных с использованием специализированной библиотеки процедур и функций для выполнения матричных операций	1
5	4	Особенности разработки программно-алгоритмического обеспечения для решения нелинейного алгебраического уравнения заданным численным методом	1
6	5	Особенности разработки программно-алгоритмического обеспечения для решения системы линейных или нелинейных алгебраических уравнений заданным численным методом	2
7	6	Особенности разработки программно-алгоритмического обеспечения для решения системы дифференциальных уравнений заданным численным методом и графического представления результатов	2
8	6	Особенности разработки программно-алгоритмического обеспечения для вычисления определённого интеграла заданным численным методом	2
9	7	Особенности разработки программно-алгоритмического обеспечения для оптимизации функции одной или нескольких переменных заданным численным методом детерминированного поиска	2
10	7	Особенности разработки программно-алгоритмического обеспечения для оптимизации функции нескольких	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
		переменных заданным численным методом градиентного или случайного поиска	

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Современные среды программирования для решения задач наноинженерии», а также дает знания о разработке приложений по решению прикладных задач с использованием интегрированной среды разработки Delphi.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 60 баллов (максимально от 2 до 10 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Разработка специализированной библиотеки процедур и функций для выполнения матричных операций	2
2	2	Разработка программно-алгоритмического обеспечения для интерполирования экспериментальных данных	4
3	3	Разработка программно-алгоритмического обеспечения для аппроксимации экспериментальных данных	3
4	3	Реализация программно-алгоритмического обеспечения для аппроксимации экспериментальных данных с использованием специализированной библиотеки процедур и функций для выполнения матричных операций	3
5	4	Разработка программно-алгоритмического обеспечения для решения нелинейного алгебраического уравнения заданным численным методом	4
6	5	Разработка программно-алгоритмического обеспечения для решения системы линейных или нелинейных алгебраических уравнений заданным численным методом	4
7	6	Разработка программно-алгоритмического обеспечения для решения системы дифференциальных уравнений заданным численным методом и графического представления результатов	3
8	6	Разработка программно-алгоритмического обеспечения для вычисления определённого интеграла заданным численным методом	4
9	7	Разработка программно-алгоритмического обеспечения для оптимизации функции одной или нескольких переменных заданным численным методом детерминированного поиска	3
10	7	Разработка программно-алгоритмического обеспечения для оптимизации функции нескольких переменных заданным численным методом градиентного или случайного поиска	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- подготовку к выполнению лабораторного практикума и его сдачу;
- подготовку к сдаче зачета по изучаемой 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

По дисциплине «Современные среды программирования для решения задач наноинженерии» предусмотрены следующие баллы текущего контроля освоения дисциплины:

- Лабораторная работа №1-6 (раздел 1–5) – по 2-4 балла;
 - Лабораторная работа №7-8 (раздел 6) – по 10 баллов;
 - Лабораторная работа №9-10 (раздел 7) – по 10 баллов;
- и итогового контроля освоения дисциплины в форме зачета:
- Итоговый зачет по изученному материалу – 40 баллов.

8.1. Примеры лабораторных работ для текущего контроля освоения дисциплины

Тема 1. Разработка специализированной библиотеки процедур и функций для выполнения матричных операций

Задача. Разработка специализированной библиотеки процедур и функций для выполнения матричных операций.

Задание. В виде функций, определяемых пользователем, в отдельном специализированном модуле реализовать три матричных операции:

- Обращение матрицы;
- Умножение матриц;
- Транспонирование матрицы.

Тема 2. Разработка программно-алгоритмического обеспечения для интерполирования экспериментальных данных

Задача. Разработка программно-алгоритмического обеспечения для интерполирования экспериментальных данных.

Задание. Реализовать возможность проведения линейной интерполяции данных в виде универсального программного приложения, имеющего следующие универсальные возможности:

- Задание неограниченного количества пар данных;
- Загрузка и сохранение исходных данных;
- Графическое представление исходных данных и результатов интерполирования.

Темы 3-4. Разработка программно-алгоритмического обеспечения для аппроксимации экспериментальных данных

Задача. Разработка программно-алгоритмического обеспечения для аппроксимации экспериментальных данных.

Задание. Реализовать возможность проведения аппроксимации данных методом наименьших квадратов в виде универсального программного приложения, имеющего следующие универсальные возможности:

- Задание неограниченного количества пар данных;
- Загрузка и сохранение исходных данных;
- Графическое представление исходных данных и результатов аппроксимации.

Тема 5. Разработка программно-алгоритмического обеспечения для решения нелинейного алгебраического уравнения заданным численным методом

Задача. Разработка программного приложения для решения нелинейного алгебраического уравнения.

В следующей таблице представлены варианты функциональных зависимостей:

№ вар.	Функция
1	$y = a_0 + a_1x + \frac{a_2}{x} + a_3 \sin(a_4x) + a_5 \ln(a_6x)$
2	$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \frac{a_3}{x} + \frac{a_4}{x^2} + a_5 \sin(a_6x)$
3	$y = a_0 + a_1 \sin(a_2x) + a_3 \sin(a_4x^2) + a_5 \exp(a_6x) + a_7 \exp\left(\frac{a_8}{x}\right)$
4	$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3 \ln(a_4x) + a_5 \ln(a_6x^2)$
5	$y = a_0 + a_1x + a_2 \sin(a_3 x) + a_4 \sin(a_5x) + a_6 \sin^2(a_7x)$
6	$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4$
7	$y = a_0 + a_1 \sin(a_2x) + a_3 \sin(a_4x^2) + a_5 \sin(a_6x^3) + a_7 \sin(a_8x^4)$
8	$y = a_0 + a_1 \exp(a_2x) + a_3 \exp(a_4x) + a_5 \exp(a_6x) + a_7 \exp(a_8x)$
9	$y = a_0 + a_1 \exp(a_2x) + a_3 \exp(a_4x) + a_5 \exp(a_6x^2) + a_7 \exp(a_8x^2)$

№ вар.	Функция
10	$y = a_0 + a_1 \sin(a_2 x) + a_3 \sin(a_4 x) + a_5 \sin(a_6 x) + a_7 \sin(a_8 x^2)$
11	$y = a_0 + a_1 x \cdot \sin(a_2 x) + a_3 x \cdot \sin(a_4 x) + a_5 x + a_6 x^2$
12	$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x \cdot \sin(a_5 x)$
13	$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 \exp(a_4 x) \sin(a_5 x) + a_6 \exp(a_7 x)$
14	$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3^x \sin(a_4 x) + a_5^x \sin(a_6 x^2)$
15	$y = a_0 + a_1 x \cdot \sin(a_2 x) + a_3 x \cdot \sin(a_4 x) + a_5 x \cdot \ln(a_6 x) + a_7 \sin(a_8 x)$

Задание. Разработать интерфейс программного приложения, предназначенного для графической визуализации функции, соответствующей выданному варианту. По графику функции провести исследование: на выбранной области допустимых значений указать количество и определить интервалы локализации нулей функции, максимумов и минимумов. Заданным методом решения нелинейных алгебраических уравнений на выбранном интервале локализации уточнить нуль функции (используя исходную функцию) или экстремум (используя производную исходной функции). Вычисление значений и производных реализовать с использованием процедур или функций, определяемых пользователем. При построении графиков и вычислении значений и производных функций осуществлять проверку аргумента на принадлежность области допустимых значений.

Варианты задания для выполнения лабораторной работы представлены в следующей таблице:

№ вар.	Вариант функции	Вариант метода
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	1
6	6	2
7	7	3
8	8	4
9	9	1
10	10	2
11	11	3
12	12	4
13	13	1
14	14	2
15	15	3

№ вар.	Вариант функции	Вариант метода
16	1	4
17	2	1
18	3	2
19	4	3
20	5	4
21	6	1
22	7	2
23	8	3
24	9	4
25	10	1
26	11	2
27	12	3
28	13	4
29	14	1
30	15	2

Варианты методов решения нелинейных алгебраических уравнений:

- 1) половинного деления;
- 2) пропорциональных частей;
- 3) простых итераций;
- 4) касательных (Ньютона).

Тема 6. Разработка программно-алгоритмического обеспечения для решения системы линейных или нелинейных алгебраических уравнений заданным численным методом

Задача. Разработка программного приложения для решения системы линейных или нелинейных алгебраических уравнений.

Задание. Разработать интерфейс программного приложения, предназначенного для решения системы линейных или нелинейных алгебраических уравнений численным методом, в соответствии с выданным вариантом.

В следующей таблице представлены варианты систем уравнений:

№. вар.	Система уравнений	№. вар.	Система уравнений
1	$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 = -6 \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = -4 \end{cases}$	6	$\begin{cases} \sin(x_1 + 1) - x_2 = 1.2 \\ 2x_1 + \cos x_2 = 2 \end{cases}$
2	$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 4 \\ 5x_1 - 3x_2 + 2x_3 + x_4 = -8 \end{cases}$	7	$\begin{cases} \cos(x_2 + 0.5) + x_1 = 0.8 \\ \sin x_1 - 2x_2 = 1.6 \end{cases}$
3	$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 + 2x_4 = 1 \\ 4x_1 + 3x_2 + 2x_3 + x_4 = -5 \end{cases}$	8	$\begin{cases} \cos(x - 1) + 3x = 0.5 \\ 3x_1 - \cos x_2 = 3 \end{cases}$
4	$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 - 5x_4 = 12 \\ 4x_1 + 3x_2 - 5x_3 = 5 \end{cases}$	9	$\begin{cases} \cos(x_1 + 1.8) + 2x_2 = 0.5 \\ \ln x_1 + \cos x_2 = 0.3 \end{cases}$
5	$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 = 0 \\ x_1 + 5x_3 - x_4 = 2 \end{cases}$	10	$\begin{cases} \cos x_1 + \log_3 x_2 = 1.5 \\ x_1 x_2 + \cos x_2 = 3 \end{cases}$

Варианты методов решения системы линейных алгебраических уравнений:

- 1) Жордана-Гаусса;
- 2) обратной матрицы;
- 3) Гаусса;
- 4) Крамера;
- 5) простых итераций;
- 6) метод Ньютона.

Варианты задания для выполнения лабораторной работы представлены в следующей таблице:

№ вар.	Вариант системы	Вариант метода
1	1	1
2	2	1
3	3	1
4	4	1
5	5	1
6	1	2
7	2	2
8	3	2
9	4	2
10	5	2
11	1	3
12	2	3
13	3	3
14	4	3
15	5	3

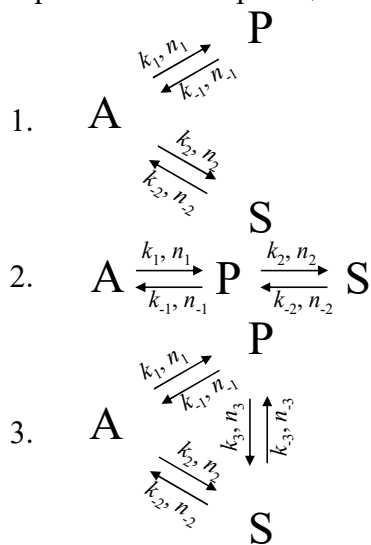
№ вар.	Вариант системы	Вариант метода
16	1	4
17	2	4
18	3	4
19	4	4
20	5	4
21	6	5
22	7	5
23	8	5
24	9	5
25	10	5
26	6	6
27	7	6
28	8	6
29	9	6
30	10	6

Тема 7: Разработка программно-алгоритмического обеспечения для решения системы дифференциальных уравнений заданным численным методом и графического представления результатов

Задача. Разработка программного приложения для моделирования изменения концентрации компонентов реакции.

Задание. Разработать интерфейс программного приложения, предназначенного для представления результатов моделирования изменения концентрации компонентов реакции, протекающей по заданной схеме, в табличном и графическом видах. Составить систему дифференциальных уравнений кинетики химических превращений. Составить систему уравнений для численного решения задачи заданным методом. Провести исследование зависимости точности используемого метода решения от шага интегрирования.

Варианты схемы реакций представлены ниже.



Варианты задания для выполнения лабораторной работы представлены в следующей таблице:

№№ вар.	Вариант метода	Вариант схемы	Вариант задачи
1	1	1	Коши

№№ вар.	Вариант метода	Вариант схемы	Вариант задачи
13	3	1	Коши

№№ вар.	Вариант метода	Вариант схемы	Вариант задачи
2	1	1	Краевая
3	1	2	Коши
4	1	2	Краевая
5	1	3	Коши
6	1	3	Краевая
7	2	1	Коши
8	2	1	Краевая
9	2	2	Коши
10	2	2	Краевая
11	2	3	Коши
12	2	3	Краевая

№№ вар.	Вариант метода	Вариант схемы	Вариант задачи
14	3	1	Краевая
15	3	2	Коши
16	3	2	Краевая
17	3	3	Коши
18	3	3	Краевая
19	4	1	Коши
20	4	1	Краевая
21	4	2	Коши
22	4	2	Краевая
23	4	3	Коши
24	4	3	Краевая

Варианты методов решения задачи:

- 1) Эйлера;
- 2) модифицированный Эйлера;
- 3) Эйлера-Коши;
- 4) Рунге-Кутты 4-го порядка.

Тема 8: Разработка программно-алгоритмического обеспечения для вычисления определённого интеграла заданным численным методом

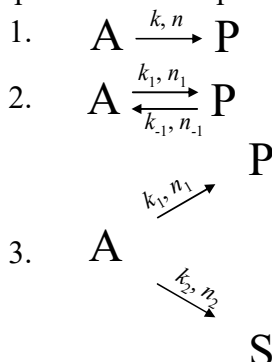
Задача 1. Разработка программного приложения для вычисления количества теплоты, необходимого для нагрева вещества в заданном интервале температур.

Задача 2. Разработка программного приложения для расчёта времени пребывания реакционной массы в изотермическом реакторе идеального смешения периодического действия, необходимого для достижения заданной степени превращения.

Задача 3. Разработка программного приложения для расчёта центра тяжести функциональной зависимости на интервале.

Задание. Разработать интерфейс программного приложения, предназначенного для решения заданного варианта задачи. Предусмотреть возможности визуализации подынтегральной функции и настройки численного метода. Провести исследование влияния настроек численного метода на точность расчёта определённого интеграла.

Варианты схемы реакций для задачи 2 представлены ниже.



Варианты функциональной зависимости для задачи 3:

- 1) $f(x) = a_0 + a_1 \exp(a_2 x) + a_3 \exp(a_4 x)$;
- 2) $f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 \sin(a_4 x)$;
- 3) $f(x) = a_0 + a_1 \sin(a_2 x) \cdot x + a_3 \sin(a_4 x) \cdot x^2$;

$$4) f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4;$$

$$f(x) = a_0 + \frac{a_1 \sin(a_2 x) \cdot x}{\exp(a_3 x)} + a_4 x$$

5)

Варианты методов решения задач:

- 1) средних прямоугольников;
- 2) трапеций;
- 3) парабол.

Варианты задания для выполнения лабораторной работы представлены в следующей таблице:

№ вар.	Вариант задачи	Вариант метода	Вариант схемы	Вариант функции
1	1	1	—	—
2	1	2	—	—
3	2	1	1	—
4	2	1	2	—
5	2	1	3	—
6	2	2	1	—
7	2	2	2	—
8	2	2	3	—
9	2	3	1	—
10	2	3	2	—
11	2	3	3	—
12	3	1	—	1
13	3	1	—	2
14	3	1	—	3
15	3	1	—	4
16	3	1	—	5
17	3	2	—	1
18	3	2	—	2
19	3	2	—	3
20	3	2	—	4
21	3	2	—	5
22	3	3	—	1
23	3	3	—	2
24	3	3	—	3
25	3	3	—	4
26	3	3	—	5

Темы 9-10: решение задач оптимизации функций одной или нескольких переменных

Задача 1. Разработка программного приложения для определения точек максимума и минимума функции одной переменной.

Задача 2. Разработка программного приложения для решения задачи расчёта центра тяжести функциональной зависимости на интервале как задачи оптимизации функции одной переменной.

Задача 3. Разработка программного приложения для определения оптимального распределения времени пребывания реакционной массы по аппаратам каскада изотермических реакторов идеального смешения непрерывного действия.

Задача 4. Разработка программного приложения для подбора оптимального оборудования для каскада поверхностных теплообменников с противотоком теплоносителей.

Задача 5. Разработка программного приложения для параметрической идентификации математического описания результатов эксперимента.

Задание. Разработать интерфейс программного приложения, предусматривающий ввод исходных данных, настройку алгоритма расчёта, реализующего указанные в варианте метод, необходимые вычисления и представление результатов расчёта в соответствии с решаемой задачей. Отобразить ход решения (условия и результаты вычисления критерия оптимальности) в таблице. Выполнить исследование влияния настроек алгоритма расчёта на скорость и точность вычислений.

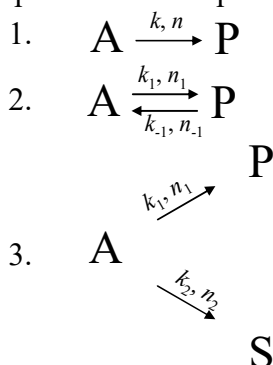
Варианты функциональных зависимостей, используемых в задачах 2, 5:

- 1) $y = a_0 + a_1 \exp(a_2 x) + a_3 \exp(a_4 x)$;
- 2) $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 \sin(a_4 x)$;
- 3) $y = a_0 + a_1 \sin(a_2 x) \cdot x + a_3 \sin(a_4 x) \cdot x^2$;
- 4) $y = a_0 + \frac{a_1 x + a_2 x^2}{\sin(a_2 x)} + a_3 x^3 + a_4 x^4$;
- 5) $y = a_0 + \frac{a_1 \sin(a_2 x) \cdot x}{\exp(a_3 x)} + a_4 x$.

Варианты параметров функциональной зависимости, необходимые для решения задачи 1, представлены в следующей таблице:

Параметр	Варианты				
	1	2	3	4	5
a_0	4,52	1,81	3,17	-1,96	0,22
a_1	-1,96	-4,10	3,41	2,99	3,12
a_2	0,38	0,23	-0,23	-0,46	-0,59
a_3	-1,67	-1,54	1,85	3,42	0,31
a_4	-0,32	-0,36	-0,37	-0,29	-0,55

Варианты схемы реакций для задачи 3 представлены ниже.



Варианты методов решения задачи:

- 1) локализации экстремума;
- 2) золотого сечения;
- 3) чисел Фибоначчи;
- 4) поочерёдного изменения переменных;
- 5) сканирования;
- 6) простой симплексный;

- 7) Нелдера-Мида (модифицированный симплексный);
- 8) градиента;
- 9) релаксаций;
- 10) наискорейшего спуска;
- 11) спуска с «наказанием случайностью».

Варианты выборок экспериментальных данных для решения задачи 5 сведены в следующую таблицу:

x	Значения u для вариантов				
	1	2	3	4	5
-10	184,2	12,6	10,4	87,2	-59,1
-7	-10,9	7,9	59,7	76,5	-56,8
-5	-50,4	-3,4	52,0	52,4	-37,7
-3	-46,7	-11,2	30,2	28,3	-17,5
-2	-35,2	-12,3	17,8	18,6	-9,3
1	11,9	-2,8	-13,0	4,8	3,2
5	45,9	21,6	-24,0	17,4	-2,4
6	42,4	23,0	-22,1	21,7	-2,9
9	-2,4	-11,0	-17,9	16,3	19,6
10	-28,2	-42,4	-21,4	2,2	41,5

x	Значения u для вариантов				
	6	7	8	9	10
-9	96,4	14,6	38,1	89,4	-64,1
-8	32,6	12,5	53,7	85,2	-62,7
-6	-37,5	2,2	58,4	65,1	-47,9
-1	-20,3	-11,2	6,0	11,3	-2,9
0	-4,0	-7,9	-4,5	6,7	1,2
2	26,0	3,6	-19,2	5,5	3,2
3	37,0	10,5	-23,0	8,3	1,8
4	43,9	16,9	-24,5	12,6	-0,4
7	33,2	19,4	-19,7	24,1	-0,6
8	18,2	8,8	-17,9	22,9	6,3

Варианты задания для выполнения лабораторной работы представлены далее:

№ вар.	Вариант задачи	Вариант метода	Вариант параметров	Количество аппаратов	Вариант схемы	Вариант зависимости	Вариант выборки
1	1	1	1	—	—	—	—
2	1	2	2	—	—	—	—
3	1	3	3	—	—	—	—
4	2	1	—	—	—	3	—
5	2	2	—	—	—	4	—
6	2	3	—	—	—	5	—
7	3	1	—	2	3	—	—
8	3	2	—	2	1	—	—
9	3	3	—	2	2	—	—
10	3	4	—	3	2	—	—
11	3	5	—	3	3	—	—
12	3	11	—	3	1	—	—
13	4	1	—	2	—	—	—
14	4	3	—	2	—	—	—
15	4	5	—	3	—	—	—
16	4	11	—	4	—	—	—
17	4	8	—	5	—	—	—
18	5	4	—	—	—	4	1
19	5	5	—	—	—	4	2
20	5	6	—	—	—	4	3
21	5	9	—	—	—	4	4
22	5	10	—	—	—	4	5
23	5	8	—	—	—	4	6
24	5	11	—	—	—	4	7
25	5	7	—	—	—	4	8

№ вар.	Вариант задачи	Вариант метода	Вариант параметров	Количество аппаратов	Вариант схемы	Вариант зависимости	Вариант выборки
26	5	9	–	–	–	4	9
27	5	10	–	–	–	4	10

8.2. Примеры теоретических контрольных вопросов для зачета

1. Приведите общую структуру программного модуля Object Pascal (Delphi).
2. Назначение раздела Unit в структуре программного модуля Object Pascal (Delphi).
3. Назначение раздела Interface в структуре программного модуля Object Pascal (Delphi).
4. Назначение раздела Const в структуре программного модуля Object Pascal (Delphi).
5. Назначение раздела Uses в структуре программного модуля Object Pascal (Delphi).
6. Назначение раздела Type в структуре программного модуля Object Pascal (Delphi).
7. Назначение раздела Var в структуре программного модуля Object Pascal (Delphi).
8. Назначение раздела Implementation в структуре программного модуля Object Pascal (Delphi).
9. Приведите общую структуру процедуры в Object Pascal (Delphi).
10. Приведите общую структуру функции в Object Pascal (Delphi).
11. Назначение раздела Label в структуре процедуры или функции Object Pascal (Delphi).
12. Покажите на примере как использовать метку в процедуре или функции.
13. Для чего используется конструкция begin... end?
14. Как правильно запрограммировать новую процедуру и получить к ней доступ из других процедур?
15. В чем особенность описания констант и переменных, передаваемых через процедуры и функции, определяемые пользователем?
16. Приведите пример описания массива данных в виде константы.
17. Что такое константа в Object Pascal (Delphi)?
18. Чем отличаются друг от друга нетипизированные и типизированные константы?
19. Приведите пример описания нетипизированной константы-числа.
20. Приведите пример описания типизированной константы-числа.
21. Приведите пример описания константы-массива.
22. Чем отличаются глобальные и локальные переменные?
23. К какой группе типов переменных относится boolean?
24. К какой группе типов переменных относится integer?
25. К какой группе типов переменных относится shortint?
26. К какой группе типов переменных относится smallint?
27. К какой группе типов переменных относится byte?
28. К какой группе типов переменных относится word?
29. К какой группе типов переменных относится longword?
30. К какой группе типов переменных относится real?
31. К какой группе типов переменных относится single?
32. К какой группе типов переменных относится double?
33. К какой группе типов переменных относится extended?
34. К какой группе типов переменных относится shortstring?

35. К какой группе типов переменных относится `string`?
36. Какие значения может принимать переменная `boolean`?
37. Какой тип можно задать переменной, хранящей количество наименований продуктов, и почему?
38. Какой тип можно задать переменной, хранящей массу партии продуктов, и почему?
39. Какой тип можно задать переменной, хранящей наименование продукта, и почему?
40. Какой тип можно задать переменной, содержащей указание на наличие продукта на складе, и почему?
41. Для чего используется тип переменной `textfile`?
42. Как следует правильно описать строковую переменную, максимально возможная, длина которой известна?
43. Как при описании переменной задать значение по умолчанию?
44. Приведите пример использования переменной-строки как массива символов.
45. Что такое массив?
46. Что такое вектор данных?
47. Что такое матрица данных?
48. Приведите пример описания массива-вектора действительных чисел с фиксированным числом элементов.
49. Приведите пример описания массива-матрицы целых чисел с фиксированным числом элементов.
50. Сколько переменных содержит массив `x: array[1..5, 1..3] of real`?
51. В чем особенности использования динамических массивов?
52. Приведите пример описания динамического массива-вектора логических значений.
53. Приведите пример описания динамического массива-вектора действительных чисел.
54. Какая процедура используется для задания количества элементов динамического массива?
55. Какая функция позволяет определить количество элементов вектора данных?
56. Каким образом можно увеличить на один количество элементов динамического вектора данных?
57. Что такое запись в Object Pascal (Delphi)?
58. Приведите пример описания структуры записи в Object Pascal (Delphi).
59. Может ли запись в Object Pascal (Delphi). Содержать массив элементов?
60. Для чего используется функция `Low`?
61. Для чего используется функция `High`?
62. Для чего используется функция `Length`?
63. Для чего используется функция `Mean` при работе с числовыми массивами?
64. Для чего используются функции `MaxValue` и `MaxIntValue` при работе с числовыми массивами? Чем они отличаются?
65. Для чего используются функции `MinValue` и `MinIntValue` при работе с числовыми массивами? Чем они отличаются?
66. Для чего используются функции `Sum` и `SumInt` при работе с числовыми массивами? Чем они отличаются?
67. Для чего используется функция `SumOfSquares` при работе с числовыми массивами?
68. Для чего используется функция `SetLength` при работе с числовыми массивами?
69. Для чего используется функция `SumAndSquares` при работе с числовыми массивами?

70. Какой модуль необходимо подключить в разделе `uses` для использования арифметических процедур и функций с массивами числовых данных?
71. Перечислите условные операторы.
72. В каких случаях используется оператор `If`?
73. В каких случаях используется оператор `Case`?
74. Приведите структуру оператора `If`.
75. Приведите структуру оператора `Case`.
76. Можно ли в операторе `Case` использовать строковые переменные?
77. Перечислите операторы циклов.
78. В каких случаях используется оператор цикла `For`?
79. В каких случаях используется оператор цикла `While`?
80. В каких случаях используется оператор цикла `Repeat until`?
81. Можно ли в операторе `For` использовать действительные значения переменной цикла?
82. Можно ли в операторе `For` выполнить изменение переменной цикла в порядке убывания?
83. Какие Вы знаете команды для работы с циклами?
84. Для чего используется команда `break`?
85. Для чего используется команда `continue`?
86. Для чего используется метод `ProcessMessages` компонента `TApplication`?
87. Для чего используется команда `goto`?
88. Приведите структуру оператора `For`.
89. Приведите структуру оператора `While`.
90. Приведите структуру оператора `Repeat until`.
91. Для чего используется процедура `AssignFile`?
92. Для чего используется процедура `Append`?
93. Для чего используется процедура `Reset`?
94. Для чего используется процедура `Rewrite`?
95. Для чего используется процедура `CloseFile`?
96. Для чего используется процедура `Rename`?
97. Для чего используются процедуры `Read` и `Readln`?
98. Для чего используются процедуры `Write` и `Writeln`?
99. В чем отличие между процедурами `Read` и `Readln`?
100. В чем отличие между процедурами `Write` и `Writeln`?
101. Как правильно использовать процедуры записи данных в текстовый файл, если нужно добавить информацию в конец файла, но не известно, существует ли этот файл?
102. Для чего используется функция `Eof`?
103. Для чего используется функция `Eoln`?
104. Для чего используется функция `FileExists`?
105. Назначение функции `Abs`.
106. Назначение функции `Tan`.
107. Назначение функции `Int`.
108. Назначение функции `Round`.
109. В чем заключается разница между функциями `Int` и `Round`?
110. Назначение функции `DegToRad`.
111. Назначение функции `RadToDeg`.
112. Назначение функции `Exp`.
113. Назначение функции `Ln`.
114. Назначение функции `Log10`.

115. Назначение функции `LogN`.
116. Назначение функции `Power`.
117. Назначение функции `Frac`.
118. Назначение функции `Hypot`.
119. Назначение функции `Sqr`.
120. Назначение функции `Sqrt`.
121. Назначение функции `AnsiLowerCase`.
122. Назначение функции `AnsiUpperCase`.
123. Назначение функции `AnsiPos`.
124. Назначение функции `Concat`.
125. Назначение функции `Copy`.
126. Как можно заменить функцию `Concat` в Object Pascal (Delphi).
127. Назначение функции `Delete` при работе со строками.
128. Назначение функции `Insert` при работе со строками.
129. Назначение функции `Length` при работе со строками.
130. Назначение функции `Trim`.
131. Назначение функции `TrimLeft`.
132. Назначение функции `TrimRight`.
133. Как преобразовать строку в целое число?
134. Как преобразовать строку в действительное число?
135. Как преобразовать целое число в строку?
136. Как преобразовать действительное число в строку?
137. Для чего нужна и как используется процедура `Str`?
138. Как можно определить десятичный разделитель, установленный в операционной системе?
139. Назначение функции `ShowMessage`.
140. Назначение процедуры `Randomize`.
141. Назначение функции `Random`.
142. Назначение процедуры `Sleep`.
143. Назначение функции `GetCurrentDir`.
144. За что отвечает свойство `Visible` визуальных компонентов?
145. За что отвечает свойство `Enabled` визуальных компонентов?
146. За что отвечает свойство `Name` визуальных компонентов?
147. За что отвечает свойство `Caption` визуальных компонентов?
148. За что отвечает свойство `Text` визуальных компонентов?
149. За что отвечает свойство `Align` визуальных компонентов?
150. За что отвечают свойства `Height` и `Width` визуальных компонентов?
151. За что отвечают свойства `Left` и `Top` визуальных компонентов?
152. За что отвечает свойство `Font` визуальных компонентов?
153. За что отвечает свойство `Color` визуальных компонентов?
154. Родительские и дочерние элементы управления.
155. Каково назначение компонента-формы?
156. Каково назначение компонента-панели?
157. Может ли панель являться одновременно родительским и дочерним элементом управления? Когда?
158. Каково назначение компонента **TSplitter**?
159. В каком порядке следует располагать две панели и разделитель, который должен менять соотношение размеров этих панелей? Какие значения присваиваются свойству `Align` каждой панели?
160. Можно ли панель расположить на другой панели?

161. Каково назначение компонента **TCheckBox**?
162. Каково назначение компонента **TRadioButton**?
163. Каково назначение компонента **TRadioGroup**?
164. В чем отличие опций **TCheckBox** и **TRadioButton**?
165. Назначение свойства `checked` компонента опции?
166. Каково назначение компонента **TComboBox**?
167. Какой метод используется для добавления строки в конец списка?
168. Какой метод используется для вставки в указанную позицию списка?
169. Какой метод используется для удаления строки из списка?
170. Какой метод используется для очистки списка?
171. Каково назначение компонента **TStringGrid**?
172. Назначение свойства `ColCount` компонента-таблицы.
173. Назначение свойства `RowCount` компонента-таблицы.
174. Назначение свойства `Col` компонента-таблицы.
175. Назначение свойства `Row` компонента-таблицы.
176. Назначение свойства `ColWidth` компонента-таблицы.
177. Назначение свойства `RowHeight` компонента-таблицы.
178. Назначение свойства `DefaultColWidth` компонента-таблицы.
179. Назначение свойства `DefaultRowHeight` компонента-таблицы.
180. Назначение свойства `Cells` компонента-таблицы.
181. Назначение свойства `Cols` компонента-таблицы.
182. Назначение свойства `Rows` компонента-таблицы.
183. Как правильно поместить значение числовой переменной в ячейку таблицы

TStringGrid?

184. Как правильно передать значение ячейки таблицы **TStringGrid** числовой переменной?
185. Значения какого типа данных хранятся в ячейках таблицы **TStringGrid**?
186. Приведите пример описания функции, определяемой пользователем.
187. Приведите пример описания процедуры, определяемой пользователем.
188. Когда целесообразно использовать процедуры и функции, определяемые пользователем?
189. В чем разница между процедурами и функциями, определяемыми пользователем?
190. Для чего нужна переменная `Result` при работе с функциями, определяемыми пользователем?
191. Как обратиться к серии данных при использовании компонента **TChart**?
192. Каково назначение компонента **TChart**?
193. Для чего необходимо очищать серии данных перед началом процедуры построения графика?
194. Какой метод используется для добавления точки с заданными координатами на график?

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

8.3. Примеры практических контрольных заданий для зачета

1. Разработать функцию, переводящую действительное число, введенное в поле ввода с произвольным десятичным разделителем (точкой или запятой), в форму

действительного числа с десятичным разделителем, установленным в текущей операционной системе.

2. Разработать программу, позволяющую вывести в текстовой форме значение действительного числа прописью по заданному значению числа в цифровой форме из пределов $[0, 29]$ с точностью до двух десятичных знаков.

3. По нажатию кнопки «Создать» программа должна случайным образом сгенерировать массив действительных чисел в интервале $[-10, 10]$ с точностью $0,01$ и вывести их в первую колонку таблицы. По нажатию кнопки «Округлить» программа должна округлить числа, представленные в первой колонке, с точностью до $0,1$ и вывести их во вторую колонку таблицы.

4. Разработать программу, тестирующую знания школьника об элементарных арифметических действиях. Программа должна предлагать тестируемому четыре вопроса-примера (сложение, вычитание, умножение, деление). Числа в примерах должны быть целыми и генерироваться случайно. Ответы в примерах также должны быть целыми. Программа должна оценить знания отвечающего по пятибалльной шкале.

5. Написать калькулятор, рассчитывающий радиус наночастиц по известным значениям удельной поверхности и плотности вещества. Пример задачи: Порошок диоксида титана имеет удельную поверхность $110 \text{ м}^2/\text{г}$. Считая, что порошок состоит из сферических частиц одного и того же размера, рассчитайте их радиус. Плотность TiO_2 равна $3,6 \text{ г}/\text{см}^3$.

6. Разработать программу, позволяющую сохранить в текстовый файл протокол расчета из предыдущей задачи, включая исходные данные и результат. Текст задачи прикладывается.

7. Построить N графиков функции вида $y = a \cdot \exp(b \cdot x) + c \cdot \exp(d \cdot x)$, где один из коэффициентов (a , b , c или d), выбираемый пользователем, изменяется в пределах $[V1, V2]$. График строится в пределах $[-10, 10]$. Значения N , $V1$, $V2$ и постоянные коэффициенты задаются пользователем, $N \leq 10$.

8. В выбранном текстовом файле дано описание метода Брюста-Шифрина по синтезу наночастиц золота. Рассчитать количество раз, которое встречается определённая буква (задаётся пользователем, регистр не учитывать), и определить количество гласных и согласных букв, пробелов и знаков пунктуации.

9. Монослой графита – двумерную сетку правильных шестиугольников из атомов углерода – называют графеном. Рассчитайте массу графенового квадрата размером $10 \times 10 \text{ мм}$. Длину связи $\text{C}-\text{C}$ в графите найдите в справочной литературе.

10. В два текстовых файла записаны результаты измерения температуры вещества при проведении лабораторного эксперимента. Определить количество совпадений чисел в одинаковых позициях в файлах.

11. Разработать программу, демонстрирующую графически в режиме реального времени изменение значений отношения количества раз случайной генерации каждого из чисел $[0, 9]$ к количеству попыток генерации нового случайного числа. Новое число должно генерироваться, а соответствующие изменения должны отображаться на диаграмме или графике каждые $0,5$ секунды.

12. Представить на графике функцию, заданную в виде таблицы в текстовом файле. Определить глобальные максимум и минимум функции и её среднее арифметическое значение.

13. В полях ввода ввести два числа и выбрать одно из арифметических действий (сложение, вычитание, умножение или деление) над ними. Результат отобразить в третьем поле ввода. В текстовом поле собирать последовательно все решённые примеры. Накопленную в текстовом поле информацию сохранить в текстовый файл.

14. Построить диаграмму, показывающую, как изменялась температура раствора хлорида фенилдиазония при его нагревании до полного прекращения выделения пузырьков азота. Данные хранятся в текстовом файле.

15. Оцените, сколько атомов цинка входит в состав одного наностержня диаметром 20 нм и длиной 1 мм, выращенного для применения в нанолазере, если известно, что плотность оксида цинка равна 5.75 г/см^3 . Создать приложение с возможностью задания размеров наностержня и их количества.

16. Оцените число атомов в наночастице золота диаметром 3 нм. Радиус атома Au составляет 0.144 нм. Реализовать приложение с возможностью задания размера наночастицы.

17. Определить количество строк и столбцов матрицы действительных чисел, записанной в виде таблицы в текстовый файл. Перенести записанную информацию в таблицу в программе, при этом для каждого числа оставить только два знака после десятичного разделителя.

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

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература

1. Разработка приложений баз данных: учеб. пособие / А. М. Сверчков, П. Г. Михайлова. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2017 – 146 с.

Б) Дополнительная литература

1. Разработка программного обеспечения с использованием современных языков и сред программирования: учеб. пособие/ С. П. Дударов. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2008. – 112 с.

2. Программирование и численные методы в задачах химической технологии. Лабораторный практикум: учеб. пособие/ С. П. Дударов. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. – 108 с.

3. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учеб. пособие для вузов/ Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. – М.: «Академкнига», 2008. – 415 с.

4. Ачкасов, В.Ю. Введение в программирование на Delphi [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ю. Ачкасов. — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 295 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100698>. — Загл. с экрана.

5. Санников, Е.В. Курс практического программирования в Delphi. Объектно-ориентированное программирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Санников. — Электрон. дан. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2013. — 188 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64955>. — Загл. с экрана.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖУРНАЛЫ

– «Программные продукты и системы», ISSN (печатное издание) – 0236-235X, ISSN (электронное издание) – 2311-2735;

– «Вестник компьютерных и информационных технологий», ISSN – 1810-7206;

– «Информационные технологии и вычислительные системы», ISSN – 2071-8632;

– «Системы управления и информационные технологии» ISSN – 1729-5068;

– «Информационные технологии в проектировании и производстве», ISSN – 2073-2597;

- «Системы и средства информатики», ISSN (печатное издание) – 0869-6527, ISSN (электронное издание) – 2311-0325;
- «Информационные системы и технологии», ISSN – 2072-8964;
- «Прикладная информатика», ISSN – 1993-8313;
- «Российские нанотехнологии», ISSN (печатное издание) 1992-7223 ISSN (электронное издание) 1992-4068;
- «Нанотехнологии: разработка, применение — XXI век». ISSN 2225-0980;
- «Nature Nanotechnology». ISSN (печатное издание) – 1748-3387, ISSN (электронное издание) – 1748-3395;
- «Nanotoday». ISSN (печатное издание) – 1748-0132, ISSN (электронное издание) – 1748-0132;
- Журнал «RSDN» (Russian Software Developer Network), ISSN – 0234-6621, и другие.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

- Мастера DELPHI. Русскоязычный каталог Delphi ресурсов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.delphimaster.ru (дата обращения: 15.04.2022);
- Форум программистов и сисадминов Киберфорум. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.cyberforum.ru (дата обращения: 15.04.2022);
- Исходники DELPHI. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.delphisources.ru (дата обращения: 15.04.2022);
- Документация и книги по программированию [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.helloworld.ru (дата обращения: 15.04.2022);
- Delphi basics. Справочник. Основы Delphi. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.delphibasics.ru (дата обращения: 15.04.2022).

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные классы на 17 посадочных мест с предустановленным базовым программным обеспечением, в том числе с возможностью подключения к сети Интернет;
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число теоретических вопросов – 194, практических заданий – 40).

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. При этом первый пункт списка дополняется или заменяется на:

- тематическая группа в социальной сети Вконтакте, доступ к групповым чатам (WhatsApp, Вконтакте), к вебинарам (webinar.ru, zoom.us), онлайн-конференции в Skype или Microsoft Teams.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 экз.

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

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

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

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Современные среды программирования для решения задач нанотехнологий» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающихся.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

На кафедре КХТП для проведения занятий по дисциплине имеется 2 учебные аудитории с 17 компьютерами (2 для работы преподавателей, 15 для работы студентов) и 1 выделенный сервер.

Для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеются: учебная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием, имеющая 8 персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Интернет, и одно многофункциональное устройство; компьютерный класс, оборудованный 9 компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в Интернет, и одним принтером.

Для реализации информационно-образовательных ресурсов дисциплин вариативной части программы на выделенном сервере кафедры КХТП под управлением Microsoft Windows Server Standart 2008 развернуты веб-сервер apache 2.2.17, Hypertext Preprocessor (php) 5.3.18, система управления базами данных (СУБД) MySQL 5.

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

На кафедре КХТП для проведения лабораторных занятий по дисциплине имеются персональные компьютеры с предустановленным стандартным и специализированным лицензионным программным обеспечением, приведенным в разделе 11.4.

При необходимости использования аудиовизуального материала на лекциях или при проведении лабораторных работ на кафедре имеются проектор и настенный экран, а также звуковые колонки.

Все компьютеры объединены в единую локальную сеть и имеют доступ к глобальной сети Интернет.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к проведению лабораторных работ; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде.

На кафедре КХТП электронные образовательные ресурсы: междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов; специализированное программное обеспечение.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

При выполнении лабораторного практикума по дисциплине используется специализированное программное обеспечение:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 7 Pro	Microsoft Open License Номер лицензии 47837475	20	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013	20	Бессрочно
3	Microsoft Windows Server - Standard 2008	Государственный контракт № 168-167А/2008 Microsoft Open License Номер лицензии 61068797	1	Бессрочно
4	Lazarus (открытая среда разработки программного обеспечения)	Бесплатное ПО	Не ограничено	Не ограничен
5	Delphi	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	17	Бессрочно
6	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	20	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
7	PCУБД FireBird версия 3	Свободно-распространяемое ПО	Не ограничено	Не ограничен
8	<p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenFcly ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP</p> <p>Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams</p>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	<p>20</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p>	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
9	<p>Неисключительная лицензия на использование O365ProPlusOpenStudents ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft</p> <p>Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word Excel PowerPoint Microsoft Teams</p>	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	<p>20</p> <p>Соглашение Microsoft OVS-ES № V6775907</p>	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Общие принципы разработки программно-алгоритмического обеспечения в современных средах программирования</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – технические и программные средства разработки программно-алгоритмического обеспечения для решения задач нанотехнологий; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать современные среды программирования для решения профессиональных задач. 	<p>Оценка за лабораторную работу №1</p> <p>Зачет</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 2. Программно-алгоритмическая реализация численных методов интерполирования экспериментальных данных</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные алгоритмы численных методов решения математических задач с использованием современных сред программирования; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать современные среды программирования для решения профессиональных задач; – формулировать и представлять в виде алгоритма решения задачи наноинженерии, требующие применения численных методов; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приёмами программирования численных методов при решении математических, технологических и исследовательских задач в наноинженерии; – методами разработки математических моделей и методами содержательной интерпретации полученных результатов. 	<p>Оценка за лабораторную работу №2</p> <p>Зачет</p>
<p>Раздел 3. Программно-алгоритмическая реализация численных методов аппроксимации экспериментальных данных</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные алгоритмы численных методов решения математических задач с использованием современных сред программирования; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать современные среды программирования для решения профессиональных задач; – формулировать и представлять в виде алгоритма решения задачи наноинженерии, требующие применения численных методов; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приёмами программирования численных методов при решении математических, технологических и исследовательских задач в наноинженерии; – методами разработки математических моделей и методами содержательной интерпретации полученных результатов. 	<p>Оценка за лабораторную работу №3-4</p> <p>Зачет</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 4. Программно-алгоритмическая реализация численных методов решения нелинейных алгебраических уравнений</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные алгоритмы численных методов решения математических задач с использованием современных сред программирования; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать современные среды программирования для решения профессиональных задач; – формулировать и представлять в виде алгоритма решения задачи наноинженерии, требующие применения численных методов; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приёмами программирования численных методов при решении математических, технологических и исследовательских задач в наноинженерии; – методами разработки математических моделей и методами содержательной интерпретации полученных результатов. 	<p>Оценка за лабораторную работу №5</p> <p>Зачет</p>
<p>Раздел 5. Программно-алгоритмическая реализация численных методов решения систем алгебраических уравнений</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные алгоритмы численных методов решения математических задач с использованием современных сред программирования; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать современные среды программирования для решения профессиональных задач; – формулировать и представлять в виде алгоритма решения задачи наноинженерии, требующие применения численных методов; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приёмами программирования численных методов при решении математических, технологических и исследовательских задач в наноинженерии; – методами разработки математических моделей и методами содержательной интерпретации полученных результатов. 	<p>Оценка за лабораторную работу №6</p> <p>Зачет</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 6. Программно-алгоритмическая реализация численных методов интегрального и дифференциального исчислений</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные алгоритмы численных методов решения математических задач с использованием современных сред программирования; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать современные среды программирования для решения профессиональных задач; – формулировать и представлять в виде алгоритма решения задачи наноинженерии, требующие применения численных методов; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приёмами программирования численных методов при решении математических, технологических и исследовательских задач в наноинженерии; – методами разработки математических моделей и методами содержательной интерпретации полученных результатов. 	<p>Оценка за лабораторную работу №7-8</p> <p>Зачет</p>
<p>Раздел 7. Программно-алгоритмическая реализация численных методов оптимизации функций одной и нескольких переменных</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные алгоритмы численных методов решения математических задач с использованием современных сред программирования; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать современные среды программирования для решения профессиональных задач; – формулировать и представлять в виде алгоритма решения задачи наноинженерии, требующие применения численных методов; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приёмами программирования численных методов при решении математических, технологических и исследовательских задач в наноинженерии; – методами разработки математических моделей и методами содержательной интерпретации полученных результатов. 	<p>Оценка за лабораторную работу №9-10</p> <p>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 – 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 – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № ____;

– 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 РПД
по дисциплине «Современные среды программирования для решения
задач наноинженерии»
основной образовательной программы высшего образования – программы
магистратуры
по направлению подготовки 28.04.02 «Наноинженерия»
Магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии»
Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «__»_____20__г.
		протокол заседания кафедры №_____от «__»_____20__г.
		протокол заседания кафедры №_____от «__»_____20__г.
		протокол заседания кафедры №_____от «__»_____20__г.
		протокол заседания кафедры №_____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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

**«Учебная практика: Практика по получению первичных
профессиональных умений и навыков»**

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов А.С. Скичко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практики кафедрой кибернетики химико-технологических процессов (КХТП) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к обязательной части учебного плана блока «Практика» и рассчитана на проведение практики в 1 семестре обучения.

Цель практики – получение обучающимся первичных профессиональных умений и навыков, связанных согласно выбранному типу задач профессиональной деятельности (научно-исследовательский и инновационный) с научно-исследовательской работой в области наноинженерии и нанотехнологий, включая формирование умений в постановке целей и задач научного исследования; приобретение навыков работы с научно-технической литературой, в том числе с патентной, получение практических умений и навыков использования современных математических методов, моделей, информационных и программных средств, лабораторного оборудования и приборов для решения задач профессиональной деятельности; формирование умений в области представления, обработки и оформления полученных результатов; формирование компетенций для последующего самостоятельного осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия.

Задачи практики:

– формирование у обучающихся первичного представления об организации научно-исследовательской деятельности и системе управления научными исследованиями;

– ознакомление с методологическими основами и практическое освоение приемов организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательской деятельности;

– приобретение навыков работы с научно-технической литературой, в том числе с патентной;

– сбор информации и подготовка исходных данных для проведения практических исследований в рамках научно-исследовательской работы магистранта;

– получение знаний и навыков по методике постановки эксперимента в области наноинженерии;

– обучение практическим навыкам использования современного программного обеспечения для решения задач моделирования, оптимизации и управления процессами наноинженерии;

– формирование умений в области представления, обработки и оформления полученных в ходе эксперимента результатов;

– развитие у обучающихся личностно-профессиональных качеств исследователя.

Способ проведения практики: **стационарная**.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики способствует формированию следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач
Коммуникация	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Научные исследования и разработки	ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области наноинженерии и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	ОПК-1.1 Знает основные приёмы и методы обработки экспериментальной информации и построения математических моделей ОПК-1.2 Умеет использовать приемы и методы обработки экспериментальной информации и построения математических моделей для решения инженерных и научно-технических задач в области профессиональной деятельности

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
		ОПК-1.3 Владеет математическим аппаратом для описания, анализа и моделирования процессов нанотехнологий
Профессиональная методология	ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.1 Знает методы планирования и постановки сложных экспериментов и исследований в области профессиональной деятельности ОПК-4.2 Умеет представлять результаты своей исследовательской деятельности, в том числе формировать демонстрационный материал по результатам исследований ОПК-4.3 Владеет навыками оценки и интерпретации результатов исследований
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-7. Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области наноинженерии	ОПК-7.1 Знает типы научно-технической документации в области профессиональной деятельности и правила их разработки ОПК-7.2 Умеет использовать техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов ОПК-7.3 Владеет опытом составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями

В результате прохождения практики студент магистратуры должен:

Знать:

– порядок организации и проведения научных и практических исследований с использованием современных методов и технологий;

– функциональные возможности универсального и специализированного программного обеспечения для решения практических задач научных исследований в области наноинженерии;

– основные разновидности наноматериалов, их свойства, области применения наноматериалов, методы исследований и испытаний наноматериалов;

– теоретические основы и методы математического моделирования нанопроцессов и наносистем.

Уметь:

– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных информационных технологий;

– использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;

– применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин, для анализа экспериментальных данных;

– составлять отчеты по результатам научного исследования.

Владеть:

– навыками изучения научно-технической информации по профилю программы магистратуры;

– способами и приемами сбора, подготовки и анализа экспериментальных данных по тематике научно-практических исследований;

– средствами компьютерной техники для подготовки и систематизации результатов практических исследований.

3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика организуется в 1 семестре магистратуры на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки 28.03.02 Наноинженерия. Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость практики	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	1,89	68	51
Практические занятия (ПЗ)	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	1,89	68	51
Самостоятельная работа	1,11	40	30
в том числе в форме практической подготовки	1,11	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,11	0,4	0,3
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		39,6	29,7
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Ознакомление с методологическими основами научно-исследовательской деятельности, историей становления и развития объекта практических исследований в соответствии с выбранной темой, современными методиками анализа и исследования свойств объекта практических исследований, основами работы на соответствующем лабораторном и технологическом оборудовании, универсальным и специализированным программным обеспечением, используемом при изучении и моделировании свойств объекта практических исследований.

Посещение и ознакомление с организацией работы научно-исследовательских лабораторий, специализирующихся на анализе свойств наноструктурированных объектов.

Посещение тематических выставок и научных конференций.

Ознакомление с перспективными научными разработками в области наноинженерии в соответствии с выбранной темой.

Подготовка отчета о прохождении практики.

4.1. Разделы практики

Разделы	Наименование раздела	Объем раздела, акад. ч.		
		ПЗ	СР	Итого
Раздел 1	Изучение объекта практического исследования научно-исследовательской работы магистранта	16	15	31
Раздел 2	Проведение лабораторных исследований или вычислительных экспериментов, обработка результатов исследований (в соответствии с конкретным индивидуальным заданием магистранта)	48	15	63
Раздел 3	Подготовка и оформление отчета по практике	4	10	14
	Всего часов	68	40	108

4.2. Содержание разделов практики

Раздел 1. Изучение объекта практического исследования научно-исследовательской работы магистранта.

Ознакомление с методологическими основами научно-исследовательской деятельности и этикой взаимоотношений в научно-исследовательском коллективе. Ознакомление с актуальными современными направлениями научных исследований в области нанотехнологий. Получение опыта в определении приоритетов собственной научно-исследовательской деятельности. Выбор темы научных исследований и обоснование её актуальности.

Анализ истории становления и развития объекта практических исследований в соответствии с выбранной темой. Ознакомление с современными методиками анализа и исследования свойств объекта практических исследований, основами работы на соответствующем лабораторном и технологическом оборудовании. Ознакомление с перспективными научными разработками в соответствии с выбранной темой.

Раздел 2. Проведение лабораторных исследований или вычислительных экспериментов, обработка результатов исследований (в соответствии с конкретным индивидуальным заданием магистранта).

Получение опыта в составлении планов экспериментов и выбора методов их анализа и обработки. Изучение и использование современных методик исследования, характеристик оборудования, установок. Изучение универсального и специализированного программного обеспечения, используемого при изучении и моделировании свойств и характеристик объекта практических исследований. Получение опыта в обосновании выбора комплекса программных средств для решения практических задач научно-исследовательской работы. Приобретение и закрепление навыков подготовки исходных данных для компьютерного моделирования, в том числе, на основе изучения нормативно-методических документов объекта исследований, поиска информации в базах данных и на официальных сайтах предприятий, организаций, информационно-библиотечных систем и др. Систематизация полученных результатов.

Раздел 3. Подготовка и оформление отчета по практике.

Ознакомление с требованиями, предъявляемыми к написанию и представлению отчета. Описание и систематизация результатов, полученных в ходе ознакомления с объектом практических исследований, изучения его свойств, характеристик, методов анализа и моделирования, ознакомления с источниками научно-технической информации о современном состоянии исследований в соответствии с выбранной темой, изучения нормативно-методических документов объекта исследований, выполнения индивидуального задания, связанного с проведением лабораторных исследований или вычислительных экспериментов. Подведение итогов и составление выводов по работе. Подготовка и оформление отчета.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел			
		1	2	3	
Знать:					
1	порядок организации и проведения научных и практических исследований с использованием современных методов и технологий	+	+		
2	функциональные возможности универсального и специализированного программного обеспечения для решения практических задач научных исследований в области нанотехнологий		+		
3	основные разновидности наноматериалов, их свойства, области применения наноматериалов, методы исследований и испытаний наноматериалов	+	+	+	
4	теоретические основы и методы математического моделирования нанопроцессов и наносистем		+		
Уметь:					
5	осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных информационных технологий	+	+	+	
6	использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты		+	+	
7	применять теоретические знания, полученные при изучении естественнонаучных дисциплин, для анализа экспериментальных данных		+	+	
8	составлять отчеты по результатам научного исследования			+	
Владеть:					
9	навыками изучения научно-технической информации по профилю программы магистратуры	+	+		
10	способами и приемами сбора, подготовки и анализа экспериментальных данных по тематике научно-практических исследований		+	+	
11	средствами компьютерной техники для подготовки и систематизации результатов практических исследований			+	
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
12	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	+	+	+
		УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке	+	+	

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел			
		1	2	3	
		УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач	+	+	
13	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках	+		
		УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные			+
		УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)	+	+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
14	ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области наноинженерии и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	ОПК-1.1 Знает основные приёмы и методы обработки экспериментальной информации и построения математических моделей		+	
		ОПК-1.2 Умеет использовать приемы и методы обработки экспериментальной информации и построения математических моделей для решения инженерных и научно-технических задач в области профессиональной деятельности		+	
		ОПК-1.3 Владеет математическим аппаратом для описания, анализа и моделирования процессов нанотехнологий		+	
15	ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.1 Знает методы планирования и постановки сложных экспериментов и исследований в области профессиональной деятельности	+	+	
		ОПК-4.2 Умеет представлять результаты своей исследовательской деятельности,			+

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел			
		1	2	3	
	в том числе формировать демонстрационный материал по результатам исследований				
	ОПК-4.3 Владеет навыками оценки и интерпретации результатов исследований		+	+	
16	ОПК-7. Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий	ОПК-7.1 Знает типы научно-технической документации в области профессиональной деятельности и правила их разработки	+	+	+
		ОПК-7.2 Умеет использовать техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов	+	+	+
		ОПК-7.3 Владеет опытом составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями			+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Предусмотрены практические занятия обучающегося в магистратуре в объеме 68 акад. ч. Практические занятия состоят в получении обучающимся первичных профессиональных умений и навыков в плане выполнения научно-исследовательской работы по индивидуальной тематике и консультаций с научным руководителем.

№	№ раздела практики	Темы практических занятий	Часы
1	1	Методологические основы научно-исследовательской деятельности; этика взаимоотношений в научно-исследовательском коллективе; основные правила техники безопасности в научно-исследовательской лаборатории	2
2	1	Актуальные современные направления научных исследований в области нанотехнологий	2
3	1	Анализ истории становления и развития объекта практических исследований в соответствии с выбранной темой	4
4	1	Современные методики анализа и исследования свойств объекта практических исследований, основы работы на соответствующем лабораторном и технологическом оборудовании	4
5	1	Ознакомление с перспективными научными разработками в соответствии с выбранной темой	4

№	№ раздела практики	Темы практических занятий	Часы
6	2	Постановка индивидуального задания; составление плана экспериментальных исследований в рамках практики	4
7	2	Изучение и использование современных методик исследования, характеристик оборудования, установок; изучение универсального и специализированного программного обеспечения, используемого при изучении и моделировании свойств и характеристик объекта практических исследований; проведение экспериментальных исследований	36
8	2	Анализ, обработка и систематизация результатов экспериментальных исследований	8
9	3	Требования к написанию и представлению отчета по практике; подведение итогов практики; составление выводов по итогам выполнения индивидуального задания	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по практике не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления знаний по практике и предусматривает:

– этапы ознакомления с методологическими основами научно-исследовательской деятельности, историей становления и развития объекта практических исследований в соответствии с выбранной темой, современными методиками анализа и исследования свойств объекта практических исследований, нормативно-методической документацией объекта исследований, основами работы на соответствующем лабораторном и технологическом оборудовании, универсальным и специализированным программным обеспечением, используемым при изучении и моделировании свойств объекта практических исследований;

– этап практического освоения конкретного лабораторного оборудования и/или специализированного программного обеспечения в ходе выполнения индивидуального задания.

Ознакомление с объектом практических исследований, его свойствами, методами анализа, получения, моделирования и пр. осуществляется путём изучения источников научно-технической информации, включая современные публикации в научных изданиях и нормативно-методическую документацию, а также посещения тематических выставок и научных конференций, консультаций со специалистами в данной области. Регламент самостоятельной работы в рамках практики определяется и устанавливается в соответствии с конкретной темой научно-исследовательской работы обучающегося.

Основу содержания самостоятельной работы обучающегося при прохождении практики составляет освоение методов разработки планов и программ проведения практических научных исследований по изучению объекта исследования, приобретение практических навыков организации научно-исследовательской работы с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится. Программа практики включает также выполнение индивидуального задания, которое разрабатывается руководителем практики или руководителем научно-исследовательской работы обучающегося с учетом специфики научно-исследовательской работы кафедры.

При прохождении практики обучающийся должен использовать совокупность форм и методов самостоятельной работы:

- посещение научных семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- изучение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;
- знакомство с опытно-экспериментальной базой кафедр (проблемной лаборатории, научной группы);
- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

По итогам сбора материала об объекте практических исследований и выполнения учебного индивидуального задания обучающийся должен подготовить отчёт по практике, включающий следующие разделы:

- актуальность выбранной темы практических исследований;
- историческую справку об объекте практических исследований, развитии научных представлений о нём, развитии способов изучения и анализа его свойств;
- современные представления об объекте практических исследований; перспективы научных и технических разработок на его основе;
- основы работы на соответствующем лабораторном и технологическом оборудовании, включая правила техники безопасности;
- основы работы с универсальным и специализированным программным обеспечением, используемым при изучении и моделировании свойств объекта практических исследований;
- постановку индивидуального задания и план экспериментальных исследований на лабораторном или вычислительном оборудовании;
- проведение экспериментальных исследований в рамках индивидуального учебного задания; анализ, обработка и систематизация результатов экспериментальных исследований;
- выводы по проделанной в рамках практики учебной научно-исследовательской работе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Итоговая оценка по практике «Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении практики (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 60 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

8.1. Примеры оценочных средств текущего контроля знаний

Примерный перечень тем учебной научно-исследовательской работы в рамках практики:

1. Разработка и тестирование новых заданий для лабораторных работ и практических занятий по дисциплинам направлений 28.03.02 и 28.04.02.
2. Получение и исследование пленок для офтальмологии.
3. Моделирование нанокаталитических процессов и разработка компьютерных тестов в среде Moodle по дисциплине «Макрокинетика химических процессов».
4. Разработка программного комплекса для исследования характеристик нанопористых каналов.
5. Анализ и моделирование процесса ароматизации бутана на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов.
6. Исследование процессов получения аэрогелей на основе целлюлозы.
7. Анализ и моделирование процесса получения легких алкенов из метанола на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов.

8. Разработка образовательных ресурсов по моделированию биохимических процессов по курсу «Молекулярная биофизика и бионанотехнологии».
9. Моделирование процесса селективного гидрирования ацетилен в ацетилен-этиленовых смесях на Pd-содержащих нанокатализаторах.
10. Моделирование процесса дегидрирования пропана на Pt-содержащих нанокатализаторах.
11. Моделирование кинетики блочной радиальной сополимеризации стирола с акрилатом кобальта в процессе получения кобальтосодержащего нанокompозита.
12. Моделирование и визуализация средствами Компас-3D гидродинамики в наноструктурах.
13. Исследование особенностей применения исполнительных устройств для управления процессами на наноуровне.
14. Исследование процесса гибели микроорганизмов в средах с наночастицами металлов.
15. Исследование кинетики синтеза углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом метана.
16. Разработка программных комплексов для тестирования студентов по методикам анализа качества наноматериалов согласно требованиям государственных стандартов в области наноиндустрии.
17. Моделирование процесса гидродинамики в многофлюидном элементе.
18. Моделирование процесса получения металлсодержащего полимерного нанокompозита на основе метилметакрилата.
19. Анализ и моделирование процесса получения металлсодержащего нанокompозита на основе структуры блок-сополимеров стирола.
20. Исследование процесса получения наночастиц серебра биологическим способом.
21. Моделирование процесса получения пропилена на высокоэффективных нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитах типа MFI.
22. Разработка методики получения медицинских матриц, содержащих агломераты наночастиц гидроксиапатита.
23. Исследование процессов получения наноразмерных и субмикронных частиц путём быстрого расширения растворов веществ в сверхкритическом диоксиде углерода.
24. Моделирование процесса дегидратации метанола на нанокатализаторах на основе высококремнистых алюмосиликатных композиций.
25. Изучение структурных и теплофизических характеристик аэрогелей в зависимости от параметров процесса гелеобразования.
26. Исследование и оптимизация процесса приготовления суспензии оксида магния на этиловом спирте с использованием планетарной мельницы РМ 100.
27. Разработка информационной базы сенсоров на основе наноструктур золота.
28. Исследование способов управления потоком жидкости в нанофлюидных каналах.
29. Исследование гибридных наноструктурированных материалов на основе биополимерных аэрогелей.
30. Анализ и моделирование процесса получения легких алкенов из метанола на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов типа ZSM-5.

Конкретное содержание индивидуального задания по практике в рамках выбранной темы учебной научно-исследовательской работы может быть соотнесено с:

- 1) сбором и систематизацией материалов по тематике учебной научно-исследовательской работы с использованием отечественных и международных библиотечных систем;

- 2) проведением лабораторных или практических экспериментов с использованием современных методик и средств по тематике учебной научно-исследовательской работы;
- 3) проведением компьютерных экспериментов с использованием универсального и специализированного программного обеспечения по тематике учебной научно-исследовательской работы;
- 4) тестированием программных комплексов и баз данных, разрабатываемых в рамках научно-исследовательской и учебной работы кафедры;
- 5) освоением новых программных модулей, комплексов программных средств по тематике научных исследований и учебной деятельности кафедры в рамках данного направления подготовки;
- 6) подготовкой тезисов докладов или научной статьи по тематике учебной научно-исследовательской работы;
- 7) разработкой иллюстративного материала в форме постера или презентации по тематике учебной научно-исследовательской работы;
- 8) участием в научных мероприятиях от кафедры и факультета (выставки, семинары, конференции, научные доклады и т.п.).

8.2. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Реферативно-аналитическая работа в рамках практики «Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» как самостоятельная единица фонда оценочных средств не предусмотрена. Однако такая работа может рассматриваться как составляющая часть подготовки отчёта по практике, посвящённая ознакомлению с источниками научно-технической информации о современном состоянии исследований в соответствии с выбранной темой, изучению нормативно-методических документов объекта исследований, поиску и систематизации информации в базах данных и на официальных сайтах предприятий, организаций, информационно-библиотечных систем и т.д. Тематика такой реферативно-аналитической работы будет соответствовать тематике учебной научно-исследовательской работы в рамках практики в целом. Конкретный список типов источников научно-технической информации будет определяться в зависимости от выбора объекта практических исследований и постановки индивидуального задания.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения практики (зачёт с оценкой)

1. История становления и развития объекта практических исследований.
2. Основные физико-химические свойства объекта практических исследований и современные методики их измерения (исследования).
3. Основные нормативные требования к объекту практических исследований, современные методики диагностики и испытаний.
4. Основные правила техники безопасности при работе с объектом практических исследований.
5. Современные методы получения, хранения и исследования свойств объекта практических исследований.
6. Оборудование, необходимое для получения объекта практических исследований.
7. Программное обеспечение, используемое для изучения и моделирования свойств и характеристик объекта практических исследований.
8. Современное состояние исследований в мировом научном сообществе в отношении объекта практических исследований; перспективы дальнейшего развития научных исследований.
9. Формулировка цели и методология составления плана научных исследований в рамках практики согласно индивидуальному заданию.
10. Выбор методов исследования объекта практических исследований в рамках практики согласно индивидуальному заданию.

11. Методика проведения экспериментов согласно индивидуальному заданию.
12. Основные результаты выполнения индивидуального задания.
13. Методы анализа и обработки экспериментальных исследований.
14. Общие принципы поиска, обработки и анализа научно-технической информации с применением Интернет-технологий.
15. Требования к оформлению учебных научно-исследовательских и выпускных квалификационных работ.
16. Методологические подходы к организации и проведению научно-исследовательских работ; специфика научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении.
17. Основные правила этики взаимоотношений в научно-исследовательском коллективе.
18. Актуальные современные направления научных исследований в области нанотехнологий.
19. Требования к организации лабораторных научно-исследовательских работ и учебных практикумов с использованием программного обеспечения.
20. Типовая структура научной публикации; методология поиска необходимой информации в научной статье.

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

8.4. Структура и пример билета для зачёта с оценкой

Зачёт с оценкой по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачёту с оценкой:

"Утверждаю"
Зав. каф. КХТП
Глебов М.Б.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
28.04.02 Нанотехнологии
Магистерская программа –

«__» ____ 20__ г.

«Материалы и технологии нанотехнологий»

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА: ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ

БИЛЕТ № 1

1. История становления и развития объекта практических исследований.
2. Методика проведения экспериментов согласно индивидуальному заданию.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 224 с.
2. Требования к оформлению выпускных квалификационных (дипломных) и курсовых работ: методические указания / сост. В.М. Аристов, С.Г. Комарова, Х.А. Невмятулина. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 36 с.

Б. Дополнительная литература

1. Филипова Е.Б., Савицкая Т.В. Методические рекомендации по выполнению и подготовке к защите выпускных квалификационных работ студентов факультета информационных технологий и управления. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 28 с.

2. Дорохов И.Н. Инженерное творчество и инновационный менеджмент в химии и химической технологии. Лабораторный практикум: учеб. пособие / И.Н. Дорохов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 76 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

– «Российские нанотехнологии», ISSN (печатной версии): 1992-7223, ISSN (онлайновой версии): 1992-4068.

– «Наносистемы: физика, химия, математика», ISSN: 2305-7971.

– «Наноиндустрия», ISSN: 1993-8578.

– «Наноструктуры. Математическая физика и моделирование», ISSN: 2224-8412.

– «Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век», ISSN: 2225-0980.

– «Нанотехнологии: наука и производство», ISSN: 2306-0581.

– «Нанотехника», ISSN: 1816-4409.

– «Nanotechnology», ISSN (Online): 1361-6528, ISSN (Print): 0957-4484.

– «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии): 0236-235X, ISSN (онлайновой версии): 2311-2735.

– «Стандарты и качество», ISSN: 0038-9692.

– «Контроль качества продукции», ISSN: 2541-9900.

– «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика», ISSN: 2073-0004.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

– Официальный сайт «РХТУ им. Д.И. Менделеева» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mustr.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).

– Электронная Информационно-Образовательная Среда (ЭИОС) РХТУ им. Д.И. Менделеева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eios.mustr.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).

– Официальный сайт «Центр коллективного пользования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.skr-rf.ru> (дата обращения: 25.04.2022).

– Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями темами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://thesaurus.rusnano.com/> (дата обращения: 25.04.2022).

– Наномир – интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.miracle-uni.ru> (дата обращения: 25.04.2022).

– Нанометр – нанотехнологическое сообщество. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanometer.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).

– Официальный сайт «Аэрогели» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aerogel-russia.ru> (дата обращения: 25.04.2022).

– Российский Электронный наножурнал. ООО «Парк-медиа». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanojournal.ru> (дата обращения: 25.04.2022).

– Информационный портал RusNanoNet. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru> (дата обращения: 25.04.2022).

– Информационные системы: учебник для студентов учреждений высшего образования / С.А. Жданов, М.Л. Соболева, А.С. Алфимова. М.: Прометей, 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785990626447.html> (дата обращения: 25.04.2022).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку обеспечивает информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева. ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по практике.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет на 01.01.2022 года 1 719 785 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 ИБЦ использует технологию электронной доставки документов.

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом практика «Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» проводится в форме практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Кафедра кибернетики химико-технологических процессов располагает компьютерными классами на 15 посадочных мест (ауд. 243а), 16 посадочных мест (ауд. 247), 3 учебно-научными лабораториями: лабораторией современных средств автоматизации, лабораторией математического моделирования и лабораторией гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория). Все лаборатории оснащены необходимыми приборами и аппаратами.

Лаборатория современных средств автоматизации (ауд. 244) оснащена: 1) двухпозиционной системой управления калорифером на базе ТРМ-2, 2) двухпозиционной системой регулирования температуры жидкости в емкости с мешалкой на базе 2ТРМ1 3) трёхпозиционной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости с мешалкой на базе ИРТ5920, 4) переносной трёхпозиционной системой регулирования температуры воздуха на базе ИРТ5920Н, 5) системой непосредственного цифрового управления калорифером с использованием БУСТ, 6) импульсной системой управления калорифером с использованием широтно-импульсной модуляции на базе ТРМ12-РiС, 7) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры на выходе из калорифера на базе ТРМ101, 8) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости на базе ТРМ101, 9) каскадной автоматической системой регулирования уровня на базе контроллера СуВго2, 10) микропроцессорной системой управления объектом периодического действия на базе

программируемого логического контроллера ПЛК150, 11) микропроцессорной системой управления калорифером на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 12) микропроцессорной системой управления климатической камерой КК-350 ТХВ на базе программируемого логического контроллера ПЛК150. Каждая установка имеет автоматизированное рабочее место, основу которого составляет ПК с системным блоком, напрямую соединённым через СОМ-порт с базовыми микропроцессорными устройствами. Все 12 ПК объединены в единую лабораторную сеть, имеют необходимое программное обеспечение и доступ в Интернет.

Лаборатория математического моделирования (ауд. 243) оснащена установками теплообмена, ректификации, абсорбции, кристаллизации, фазового равновесия, сушки, химическим реактором, мембранной установкой, аэротенком. Для занятий используются 2 ПК с предустановленным программным обеспечением.

Лаборатория гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория, ауд. 207) оснащена каталитической установкой для проведения химических реакций, насадочной ректификационной установкой Луммарк, газоанализатором ГИАМ-310-02-2-2, газовым хроматографом 3700 с двумя капиллярными и четырьмя насадочными колонками, ПИД регулятором одноканальным ТРМ-101-СС.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

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

На кафедре КХТП для организации практики имеются в достаточном количестве персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

13.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП для реализации практики используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к лабораторным и практическим занятиям; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде; видеоуроки. Указанные материалы могут использоваться магистрантами для самостоятельной подготовки к проведению эксперимента, обработке экспериментальных данных, компьютерному моделированию. Печатные и электронные материалы, представленные в соответствии с программами прохождения практик предприятиями и организациями, содержащими описание технологических процессов, оборудования, средств контроля и автоматизации и др.

Обеспеченность современными учебными пособиями, выпущенными преподавателями кафедры КХТП для магистрантов, высокая. Ко всем научным изданиям и учебным пособиям, выпущенным через РИО РХТУ им. Д.И. Менделеева имеется доступ через фонды информационно-библиотечного фонда. Кроме того, большинство дисциплин, преподаваемых на кафедре, имеют развернутую информационно-образовательную и информационно-методическую поддержку, к ресурсам в сети Интернет.

13.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	24	Бессрочно
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 47837477	24	Бессрочно

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов практики	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Изучение объекта практического исследования научно-исследовательской работы магистранта	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – порядок организации и проведения научных и практических исследований с использованием современных методов и технологий; основные разновидности наноматериалов, их свойства, области применения наноматериалов, методы исследований и испытаний наноматериалов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных информационных технологий. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками изучения научно-технической информации по профилю программы магистратуры. 	<p>Оценка за отчет по практике.</p> <p>Оценка при сдаче зачета с оценкой.</p>
Раздел 2. Проведение лабораторных исследований или вычислительных экспериментов, обработка результатов исследований (в соответствии с конкретным индивидуальным заданием магистранта)	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – порядок организации и проведения научных и практических исследований с использованием современных методов и технологий; функциональные возможности универсального и специализированного программного обеспечения для решения практических задач научных исследований в области нанотехнологий; основные разновидности наноматериалов, их свойства, области применения наноматериалов, методы исследований и испытаний наноматериалов; теоретические основы и методы математического моделирования нанопроцессов и наносистем. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять поиск, обработку и анализ 	<p>Оценка за отчет по практике.</p> <p>Оценка при сдаче зачета с оценкой.</p>

Наименование разделов практики	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных информационных технологий; использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты; применять теоретические знания, полученные при изучении естественнонаучных дисциплин, для анализа экспериментальных данных.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками изучения научно-технической информации по профилю программы магистратуры; способами и приемами сбора, подготовки и анализа экспериментальных данных по тематике научно-практических исследований. 	
<p>Раздел 3. Подготовка и оформление отчета по практике</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные разновидности наноматериалов, их свойства, области применения наноматериалов, методы исследований и испытаний наноматериалов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных информационных технологий; использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты; применять теоретические знания, полученные при изучении естественнонаучных дисциплин, для анализа экспериментальных данных; составлять отчеты по результатам научного исследования. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способами и приемами сбора, подготовки и анализа экспериментальных данных по тематике научно-практических исследований; средствами компьютерной техники для подготовки и систематизации результатов практических исследований. 	<p>Оценка за отчет по практике.</p>

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

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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 ПРАКТИКИ

«Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков»

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»
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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

«Производственная практика: научно-исследовательская работа»

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов А.С. Скичко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой кибернетики химико-технологических процессов (КХТП) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 2 «Практика» учебного плана. Программа рассчитана на проведение практики во 2, 3 и 4 семестрах обучения.

Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области квантовой химии, физики твёрдого тела, нанометрологии, материаловедения наноматериалов и наносистем, основ создания нанообъектов и наноструктурированных материалов, планирования и организации проведения эксперимента, технологий получения наноматериалов и изделий из них, моделирования нанопроцессов и наносистем, молекулярной биофизики и бионанотехнологии, методов нелинейной динамики в нанопроцессах, современных информационных технологий.

Цель практики – формирование необходимых компетенций для осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия.

Задачами практики являются:

- приобретение опыта организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;
- приобретение навыков анализа и систематизации научно-технической информации, планирования и выполнения научно-исследовательской работы;
- развитие и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимся во время изучения дисциплин по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, путем непосредственного участия в научно-исследовательской работе;
- обработка, систематизация и интерпретация научных результатов;
- составление отчетов о результатах научно-исследовательской работы;
- публичное представление результатов научно-исследовательской работы;
- совершенствование умений и навыков научно-исследовательской работы в области наноинженерии путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики;
- развитие у обучающихся личностно-профессиональных качеств ученого-исследователя.

Способ проведения практики: **стационарная**.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение практики способствует формированию следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач
Коммуникация	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)

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: научно-исследовательский				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	– Химическое, химико-технологическое производство. – Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в наноинженерии и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
			ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности	
			ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового,	– Химическое, химико-технологическое производство.	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»,

теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	– Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	анализа явлений и процессов	утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б)
			ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	– Химическое, химико-технологическое производство. – Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов nanoиндустрии	ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б)
			ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей эффективности в своей профессиональной деятельности	
			ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	
			ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	

	химико-технологического производства).			
<p>– Планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации.</p> <p>– Участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем nanoинженерии</p>	<p>– Методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе.</p> <p>– Наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p>	<p>ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники</p>	<p>ПК-4.1 Знает физико-химические характеристики различных видов наноматериалов и наноструктур и основные методы их исследования и измерения параметров</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 593н. Обобщенная трудовая функция D: Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. D/01.7: Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 7)</p>
			<p>ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием</p>	
			<p>ПК-4.3 Владеет навыками обработки измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	
<p>– Планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных</p>	<p>– Методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов,</p>	<p>ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства</p>	<p>ПК-5.1 Знает физико-химические основы процессов и технологий nanoиндустрии</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.004 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из</p>
			<p>ПК-5.2 Умеет измерять и контролировать параметры</p>	

<p>нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации.</p> <p>– Участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии</p>	<p>полуфабрикатов и изделий на их основе.</p> <p>– Наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.</p> <p>– Технологическое и контрольно-диагностическое оборудование для процессов нанотехнологий.</p>	<p>нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций</p>	<p>технологических операций процессов производства нанопродукции</p>	<p>них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.02.2014 № 72н. Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования. Профессиональный стандарт 40.020 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.04.2014 № 234н. Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования.</p>
			<p>ПК-5.3 Владеет навыками анализа научных основ нанопроцессов, наносистем и нанотехнологий</p>	

В результате прохождения практики студент магистратуры должен:

Знать:

- методологию и методики научных исследований;
- теоретические предпосылки планирования и проведения экспериментов, в том числе компьютерных вычислений;
- фундаментальные законы физических, физико-химических, биотехнологических и других явлений и процессов и их математическое описание;
- способы обработки результатов измерений.

Уметь:

- отбирать и анализировать необходимую научно-техническую информацию по тематике научно-исследовательской работы;
- формулировать цель и задачи исследований;
- обосновывать теоретические предпосылки, планировать и проводить лабораторные эксперименты и вычислительные эксперименты с использованием специализированного программного обеспечения;
- обрабатывать результаты измерений и оценивать погрешности;
- сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования;
- интерпретировать результаты вычислительных экспериментов на основе знания фундаментальных законов явлений и процессов;
- составлять отчеты, доклады или готовить статьи по результатам научного исследования.

Владеть:

- способами постановки целей и задач исследований;
- навыками разработки плана научного исследования;
- методами обработки результатов экспериментов, расчета погрешностей;
- методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными;
- приемами формулирования научных выводов;
- навыками написания тезисов докладов, статей и составления докладов с использованием современного компьютерного обеспечения.

3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 2-4 семестрах магистратуры на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии».

Контроль освоения студентами материала практики осуществляется путем проведения зачета с оценкой во 2 и 3 семестрах и экзамена в 4 семестре.

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость практики	25	900	675
Контактная работа – аудиторные занятия:	13,58	489	366,75
в том числе в форме практической подготовки	13,58	489	366,75
Практические занятия (ПЗ):	13,58	489	366,75
в том числе в форме практической подготовки	13,58	489	366,75
Самостоятельная работа (СР):	10,42	375	281,25
в том числе в форме практической подготовки	10,42	375	281,25

Контактная самостоятельная работа	10,42	0,8	0,6
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		374,2	280,65
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой / Экзамен		
В том числе по семестрам:			
2 семестр			
Общая трудоемкость практики по учебному плану	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	1,89	68	51
Практические занятия (ПЗ):	1,89	68	51
в том числе в форме практической подготовки	1,89	68	51
Самостоятельная работа (СР):	1,11	40	30
в том числе в форме практической подготовки	1,11	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,11	0,4	0,3
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		39,6	29,7
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		
3 семестр			
Общая трудоемкость практики по учебному плану	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,36	85	63,75
в том числе в форме практической подготовки	2,36	85	63,75
Практические занятия (ПЗ):	2,36	85	63,75
в том числе в форме практической подготовки	2,36	85	63,75
Самостоятельная работа (СР):	1,64	59	44,25
в том числе в форме практической подготовки	1,64	59	44,25
Контактная самостоятельная работа	1,64	0,4	0,3
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		58,6	43,95
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		
4 семестр			
Общая трудоемкость практики по учебному плану	18	648	486
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,33	336	252
в том числе в форме практической подготовки	9,33	336	252
Практические занятия (ПЗ):	9,33	336	252
в том числе в форме практической подготовки	9,33	336	252
Самостоятельная работа (СР):	7,67	276	207
в том числе в форме практической подготовки	7,67	276	207
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики	7,67	276	207
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. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

4.1. Разделы практики и виды занятий

Раздел	Наименование раздела	Академ. часов		
		Всего	ПЗ	СР
1	Составление аналитического литературного обзора по теме исследования.	36	20	16
2	Постановка цели и задач исследования. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований.	56	40	16
3	Подготовка отчета по практике по итогам 2-го семестра.	16	8	8
	Всего часов во 2-м семестре	108	68	40
4	Разработка методик исследования.	49	30	19
5	Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований.	75	45	30
6	Подготовка отчета по практике по итогам 3-го семестра.	20	10	10
	Всего часов в 3-м семестре	144	85	59
7	Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований. Формулирование научных выводов.	472	266	206
8	Оформление материалов исследования, подготовка отчета по практике.	140	70	70
	Всего часов в 4-м семестре	612	336	276
	Всего часов во 2, 3 и 4-м семестрах	864	489	375
	Экзамен	36		
	Всего часов	900		

4.2. Содержание разделов практики

Раздел 1. Составление аналитического литературного обзора по теме исследования.

Выбор темы исследования. Обоснование актуальности темы. Поиск и проработка литературы из всех доступных источников за определенный (согласованный с руководителем) период времени. Анализ литературы и составление литературного обзора по теме научно-исследовательской работы.

Раздел 2. Постановка цели и задач исследования. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований.

Формулирование цели исследования (какой результат предполагается получить) и постановка задачи исследования (что делать – теоретически и экспериментально). Описание экспериментальных стендов и установок для проведения исследований. Отработка методик исследований, изучение методик определения погрешностей экспериментальных данных. Планирование эксперимента, проведение эксперимента, анализ и интерпретация результатов, выводы и заключения. Приобретение навыков работы со специализированным программным обеспечением для проведения компьютерных вычислительных экспериментов по теме научно-исследовательской работы.

Раздел 3. Подготовка отчета по практике по итогам 2-го семестра.

Подготовка отчета и презентации результатов научно-исследовательской работы по итогам 2-го семестра. Написание тезисов докладов и статей; участие в конференции обучающихся факультета цифровых технологий и химического инжиниринга (ЦиТХИн).

Раздел 4. Разработка методик исследования.

Обзор текущей литературы по каталогам электронных библиотек. Проработка литературы, необходимой для интерпретации результатов исследования. Составление методик исследования и их отработка. Написание проекта методической (теоретической) главы ВКР, содержащей характеристики объектов исследования, методики определения этих характеристик и методики проведения экспериментов.

Раздел 5. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований.

Калибровки приборов, отладка экспериментальных стендов. Проведение экспериментальных исследований, анализ и интерпретация результатов. Определение характеристик объектов исследования. Проведение компьютерных вычислительных экспериментов. Сопоставление полученных результатов с данными научных источников из литературы, объяснение закономерностей, обнаруженных в процессе исследования. Интерпретация результатов компьютерного моделирования. Выявление и формулирование новизны полученных результатов. Формулировка рекомендаций к использованию результатов на практике.

Раздел 6. Подготовка отчета по практике по итогам 3-го семестра.

Подготовка отчета и презентации результатов научно-исследовательской работы по итогам 3-го семестра. Написание тезисов докладов и статей.

Раздел 7. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований. Формулирование научных выводов.

Проведение экспериментов на завершающем этапе научных исследований, окончательный анализ результатов. Интерпретация полученных зависимостей и корреляций. Расчетно-экспериментальная проверка предложенных гипотез. Формулирование выводов и заключений, в которых тезисно, по порядку выполнения задач, излагаются результаты всего исследования.

Раздел 8. Оформление материалов исследования, подготовка отчета по практике.

Подготовка итогового отчета по результатам научно-исследовательской работы. Оформление результатов научно-исследовательской работы в виде проектов разделов в ВКР. Подготовка презентации и доклада по итогам научно-исследовательской работы. Написание тезисов докладов и статей.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	<i>Знать:</i>								
1	методологию и методики научных исследований	+	+		+	+		+	
2	теоретические предпосылки планирования и проведения экспериментов, в том числе компьютерных вычислений		+			+		+	
3	фундаментальные законы физических, физико-химических, биотехнологических и других явлений и процессов и их математическое описание	+	+			+		+	
4	способы обработки результатов измерений		+		+	+		+	
	<i>Уметь:</i>								
5	отбирать и анализировать необходимую научно-техническую информацию по тематике научно-исследовательской работы	+	+		+	+		+	+
6	формулировать цель и задачи исследований	+	+						
7	обосновывать теоретические предпосылки, планировать и проводить лабораторные эксперименты и вычислительные эксперименты с использованием специализированного программного обеспечения		+			+		+	
8	обрабатывать результаты измерений и оценивать погрешности		+			+		+	
9	сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования		+	+		+	+	+	+
10	интерпретировать результаты вычислительных экспериментов на основе знания фундаментальных законов явлений и процессов		+	+		+	+	+	+
11	составлять отчеты, доклады или готовить статьи по результатам научного исследования			+			+		+
	<i>Владеть:</i>								
12	способами постановки целей и задач исследований	+	+						
13	навыками разработки плана научного исследования		+		+	+			
14	методами обработки результатов экспериментов, расчета погрешностей		+			+		+	
15	методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными		+	+	+	+	+	+	+
16	приемами формулирования научных выводов			+			+	+	+
17	навыками написания тезисов докладов, статей и составления докладов с использованием современного компьютерного обеспечения			+			+		+

№	В результате прохождения практики студент должен:		Раздел							
			1	2	3	4	5	6	7	8
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:										
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК								
18	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	+			+				
		УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке		+		+	+			
		УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач		+		+	+			
19	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках	+		+			+		+
		УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные			+			+		+
		УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)	+		+	+		+		+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК								
20	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области нанотехнологий и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в нанотехнологии и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы		+		+	+			+
		ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности		+		+	+			+
		ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов		+	+	+	+	+	+	+

№	В результате прохождения практики студент должен:		Раздел							
			1	2	3	4	5	6	7	8
21	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов		+		+	+		+	
		ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	+	+	+	+	+	+	+	+
		ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	+			+				
22	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов nanoиндустрии	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей эффективности в своей профессиональной деятельности	+	+		+				
		ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов		+			+		+	
		ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности		+		+	+		+	
23	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	ПК-4.1 Знает физико-химические характеристики различных видов наноматериалов и наноструктур и основные методы их исследования и измерения параметров	+			+				
		ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием		+			+		+	
		ПК-4.3 Владеет навыками обработки измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур		+			+		+	
24	ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций	ПК-5.1 Знает физико-химические основы процессов и технологий nanoиндустрии	+	+		+	+		+	
		ПК-5.2 Умеет измерять и контролировать параметры технологических операций процессов производства нанопродукции		+		+	+		+	
		ПК-5.3 Владеет навыками анализа научных основ нанопроцессов, наносистем и нанотехнологий		+			+		+	

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии» предусмотрено проведение практических занятий по практике в объеме 489 акад. часов. Практические занятия состоят в выполнении обучающимся научно-исследовательской работы по индивидуальной тематике. Практические занятия проводятся в форме индивидуальных консультаций с научным руководителем и направлены на приобретение навыков применения теоретических знаний в научно-исследовательской работе. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ приведен в п. 8.1 настоящей программы.

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии» проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

На практику учебным планом выделено 375 акад. часов (281,25 астр. часов) самостоятельной работы.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний обучающегося и предусматривает:

- ознакомление и проработку литературы по теме научно-исследовательской работы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- проведение экспериментальных исследований по теме научно-исследовательской работы;

- регулярную обработку полученных результатов;

- подготовку отчетов по итогам выполнения практики во 2-м, 3-м и 4-м семестрах;

- подготовку к зачетам с оценкой во 2-м и 3-м семестрах.

При выполнении научно-исследовательской работы обучающийся должен использовать совокупность форм и методов самостоятельной работы:

- посещение научных семинаров и конференций по тематике научно-исследовательской работы;

- изучение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;

- знакомство с деятельностью научных и научно-производственных организаций отрасли в форме экскурсий;

- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Комплект оценочных средств по практике предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы практики, а также для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств включает:

– оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в форме устного опроса, позволяющего оценивать и диагностировать знание фактического материала, умение правильно использовать специальные термины и понятия, планировать и выполнять научное исследование;

– оценочные средства для проведения итогового контроля в форме зачета с оценкой во 2-м и 3-м семестрах и в форме экзамена в 4-м семестре.

Комплект оценочных средств может быть использован в каждом из трёх семестров.

8.1. Примерный перечень тем научно-исследовательских работ

1. Разработка и тестирование новых заданий для лабораторных работ и практических занятий по дисциплинам направлений 28.03.02 и 28.04.02.

2. Получение и исследование пленок для офтальмологии.

3. Моделирование нанокаталитических процессов и разработка компьютерных тестов в среде Moodle по дисциплине «Макрокинетика химических процессов».

4. Разработка программного комплекса для исследования характеристик нанофлюидных каналов.

5. Анализ и моделирование процесса ароматизации бутана на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитах.

6. Исследование процессов получения аэрогелей на основе целлюлозы.

7. Анализ и моделирование процесса получения легких алкенов из метанола на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов.

8. Разработка образовательных ресурсов по моделированию биохимических процессов по курсу «Молекулярная биофизика и бионанотехнологии».

9. Моделирование процесса селективного гидрирования ацетилен в ацетилен-этиленовых смесях на Pd-содержащих нанокатализаторах.

10. Моделирование процесса дегидрирования пропана на Pt-содержащих нанокатализаторах.

11. Моделирование кинетики блочной радиальной сополимеризации стирола с акрилатом кобальта в процессе получения кобальтосодержащего нанокompозита.

12. Моделирование и визуализация средствами Компас-3D гидродинамики в наноструктурах.

13. Исследование особенностей применения исполнительных устройств для управления процессами на наноуровне.

14. Исследование процесса гибели микроорганизмов в средах с наночастицами металлов.

15. Исследование кинетики синтеза углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом метана.

16. Разработка программных комплексов для тестирования студентов по методикам анализа качества наноматериалов согласно требованиям государственных стандартов в области наноиндустрии.

17. Моделирование процесса гидродинамики в многофлюидном элементе.

18. Моделирование процесса получения металлсодержащего полимерного нанокompозита на основе метилметакрилата.

19. Анализ и моделирование процесса получения металлсодержащего нанокompозита на основе структуры блок-сополимеров стирола.

20. Исследование процесса получения наночастиц серебра биологическим способом.

21. Моделирование процесса получения пропилена на высокоэффективных нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитах типа MFI.

22. Разработка методики получения медицинских матриц, содержащих агломераты наночастиц гидроксиапатита.
23. Исследование процессов получения наноразмерных и субмикронных частиц путём быстрого расширения растворов веществ в сверхкритическом диоксиде углерода.
24. Моделирование процесса дегидратации метанола на нанокатализаторах на основе высококремнистых алюмосиликатных композиций.
25. Изучение структурных и теплофизических характеристик аэрогелей в зависимости от параметров процесса гелеобразования.
26. Исследование и оптимизация процесса приготовления суспензии оксида магния на этиловом спирте с использованием планетарной мельницы РМ 100.
27. Разработка информационной базы сенсоров на основе наноструктур золота.
28. Исследование способов управления потоком жидкости в нанофлюидных каналах.
29. Исследование гибридных наноструктурированных материалов на основе биополимерных аэрогелей.
30. Анализ и моделирование процесса получения легких алкенов из метанола на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов типа ZSM-5.

8.2. Примеры вопросов для текущего контроля освоения практики

Контрольные работы (собеседования) проводятся в форме устного опроса по теме научно-исследовательской работы в каждом из трёх семестров. Максимальная оценка за каждую контрольную работу (собеседование) – 20 баллов.

Контрольная работа (собеседование) № 1.

Максимальная оценка – 20 баллов.

- Представление программы научного исследования.
- Основные достижения науки и производства по теме исследования.
- Актуальность выполняемой работы.
- Обоснование выбора и характеристика применяемых методов исследования.
- Предполагаемые научные и практические результаты выполняемого исследования.

Контрольная работа (собеседование) № 2.

Максимальная оценка – 20 баллов.

- Контроль выполнения программы научно-исследовательской работы.
- Анализ аналитического обзора по теме исследования.
- Необходимость корректировки темы и методов выполняемого исследования.
- Анализ полученных научных результатов.
- Представление результатов экспериментов или математического моделирования.

Контрольная работа (собеседование) № 3.

Максимальная оценка – 20 баллов.

- Соответствие содержания отчета программе исследования.
- Качество оформления отчета.
- Содержание презентации научно-исследовательской работы.

8.3. Итоговый контроль освоения практики (зачёт с оценкой, экзамен)

Максимальное количество баллов за зачёт с оценкой (2 семестр) – 40 баллов, за зачёт с оценкой (3 семестр) – 40 баллов, за экзамен (4 семестр) – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения практики (2 семестр – зачёт с оценкой)

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1–3 рабочей программы и

содержит 2 вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

1. Обоснование актуальности темы научно-исследовательской работы.
2. История становления и развития объекта исследования научно-исследовательской работы.
3. Основные физико-химические свойства объекта исследования научно-исследовательской работы и современные методики их измерения (исследования, диагностики).
4. Основные нормативные требования к объекту исследования научно-исследовательской работы, современные методики диагностики и испытаний.
5. Основные правила техники безопасности при работе с объектом исследования научно-исследовательской работы.
6. Современные методы получения, хранения и исследования свойств объекта исследования научно-исследовательской работы.
7. Оборудование, необходимое для получения объекта исследования научно-исследовательской работы.
8. Современное состояние исследований в мировом научном сообществе в отношении объекта исследования научно-исследовательской работы; перспективы дальнейшего развития научных исследований.
9. Формулировка цели и методология составления плана научных исследований в рамках практики в соответствии с темой научно-исследовательской работы.
10. Выбор методов исследования (диагностики свойств, испытания технических характеристик на соответствия нормативным требованиям) объекта исследования научно-исследовательской работы в рамках практики.
11. Методика проведения экспериментов в соответствии с темой научно-исследовательской работы.
12. Методы анализа и обработки экспериментальных исследований.
13. Общие принципы поиска, обработки и анализа научно-технической информации с применением Интернет-технологий.
14. Типовая структура научной публикации; методология поиска необходимой информации в научной статье.
15. Методологические подходы к организации и проведению научно-исследовательских работ; специфика научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении.
16. Актуальные современные направления научных исследований в области наноинженерии.
17. Методика планирования эксперимента в наноинженерии.
18. Цели, формы и приемы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.
19. Общие принципы организации проведения экспериментов и испытаний в наноинженерии.
20. Требования к оформлению результатов научно-исследовательских работ.

8.3.2. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения практики (3 семестр – зачёт с оценкой)

Билет включает контрольные вопросы по разделам 4–6 рабочей программы и содержит 2 вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

1. Обоснование актуальности темы научно-исследовательской работы.
2. Предполагаемая научная новизна и практическая значимость результатов научно-исследовательской работы.
3. История становления и развития объекта исследования научно-исследовательской работы.
4. Основные нормативные требования к объекту исследования научно-

исследовательской работы, современные методики диагностики и испытаний.

5. Основные физико-химические свойства объекта исследования научно-исследовательской работы и современные методики их измерения (исследования, диагностики).

6. Основные правила техники безопасности при работе с объектом исследования научно-исследовательской работы.

7. Современные методы получения, хранения и исследования свойств объекта исследования научно-исследовательской работы.

8. Оборудование, необходимое для получения объекта исследования научно-исследовательской работы.

9. Программное обеспечение, используемое для изучения и моделирования свойств и характеристик объекта исследования научно-исследовательской работы.

10. Современное состояние исследований в мировом научном сообществе в отношении объекта исследования научно-исследовательской работы; перспективы дальнейшего развития научных исследований.

11. Выбор методов исследования (диагностики свойств, испытания технических характеристик на соответствия нормативным требованиям) объекта исследования научно-исследовательской работы в рамках практики.

12. Методика проведения экспериментов в соответствии с темой научно-исследовательской работы.

13. Основные предварительные результаты выполнения научно-исследовательской работы.

14. Сопоставление полученных результатов с данными научных источников из литературы, объяснение закономерностей, обнаруженных в процессе исследования.

15. Требования к организации научно-исследовательских работ с использованием программного обеспечения; основные виды программного обеспечения, используемого для исследований и моделирования в нанотехнологиях.

16. Общие принципы организации проведения экспериментов и испытаний в соответствии с темой научно-исследовательской работы.

17. Методика планирования эксперимента в соответствии с темой научно-исследовательской работы.

18. Формы апробации результатов научно-исследовательских работ.

19. Цели, формы и приемы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.

20. Требования к оформлению результатов научно-исследовательских работ.

8.3.3. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения практики (4 семестр – экзамен)

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1–8 рабочей программы и содержит 2 вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

1. Обоснование актуальности темы научно-исследовательской работы.

2. Формулировка научной новизны и практической значимости результатов научно-исследовательской работы.

3. История становления и развития объекта исследования научно-исследовательской работы.

4. Основные физико-химические свойства объекта исследования научно-исследовательской работы и современные методики их измерения (исследования, диагностики).

5. Основные нормативные требования к объекту исследования научно-исследовательской работы, современные методики диагностики и испытаний.

6. Основные правила техники безопасности при работе с объектом исследования научно-исследовательской работы.

7. Современные методы получения, хранения и исследования свойств объекта исследования научно-исследовательской работы.
8. Оборудование, необходимое для получения объекта исследования научно-исследовательской работы.
9. Программное обеспечение, используемое для изучения и моделирования свойств и характеристик объекта исследования научно-исследовательской работы.
10. Современное состояние исследований в мировом научном сообществе в отношении объекта исследования научно-исследовательской работы; перспективы дальнейшего развития научных исследований.
11. Формулировка цели и методология составления плана научных исследований в рамках практики в соответствии с темой научно-исследовательской работы.
12. Выбор методов исследования (диагностики свойств, испытания технических характеристик на соответствия нормативным требованиям) объекта исследования научно-исследовательской работы в рамках практики.
13. Методика проведения экспериментов в соответствии с темой научно-исследовательской работы.
14. Основные результаты выполнения научно-исследовательской работы.
15. Сопоставление полученных результатов с данными научных источников из литературы, объяснение закономерностей, обнаруженных в процессе выполнения научно-исследовательской работы в рамках практики.
16. Общие принципы организации проведения экспериментов и испытаний в нанотехнологии в соответствии с темой научно-исследовательской работы.
17. Формулировка выводов и заключений по итогам выполнения научно-исследовательской работы в рамках практики.
18. Формы апробации результатов научно-исследовательских работ.
19. Цели, формы и приемы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.
20. Методы анализа и обработки экспериментальных исследований.
21. Общие принципы поиска, обработки и анализа научно-технической информации с применением Интернет-технологий.
22. Типовая структура научной публикации; методология поиска необходимой информации в научной статье.
23. Актуальные современные направления научных исследований в области нанотехнологии.
24. Требования к организации научно-исследовательских работ с использованием программного обеспечения; основные виды программного обеспечения, используемого для исследований и моделирования в нанотехнологии.
25. Методологические подходы к организации и проведению научно-исследовательских работ в нанотехнологии.
26. Требования к оформлению результатов научно-исследовательских работ.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачёта с оценкой (2 и 3 семестры) и экзамена (4 семестр)

Зачёт с оценкой (2 и 3 семестры) и экзамен (4 семестр) по практике включают по 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Примеры билетов к зачёту с оценкой (2 и 3 семестры) и к экзамену (4 семестр):

"Утверждаю"
Зав. каф. КХТП
Глебов М.Б.

«__» ____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА:
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (2 семестр)**

БИЛЕТ № 1

1. Обоснование актуальности темы научно-исследовательской работы.
 2. Общие принципы поиска, обработки и анализа научно-технической информации с применением Интернет-технологий.
-

"Утверждаю"
Зав. каф. КХТП
Глебов М.Б.

«__» ____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА:
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (3 семестр)**

БИЛЕТ № 1

1. Основные предварительные результаты выполнения научно-исследовательской работы.
 2. Формы апробации результатов научно-исследовательских работ.
-

"Утверждаю"
Зав. каф. КХТП
Глебов М.Б.

«__» ____ 20__ г.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА:
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (4 семестр)**

БИЛЕТ № 1

1. Формулировка научной новизны и практической значимости результатов научно-исследовательской работы.
2. Программное обеспечение, используемое для изучения и моделирования свойств и характеристик объекта исследования научно-исследовательской работы.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 224 с.

2. Требования к оформлению выпускных квалификационных (дипломных) и курсовых работ: методические указания / сост. В.М. Аристов, С.Г. Комарова, Х.А. Невмятуллина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 36 с.

Б. Дополнительная литература

1. Филипова Е.Б., Савицкая Т.В. Методические рекомендации по выполнению и подготовке к защите выпускных квалификационных работ студентов факультета информационных технологий и управления. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2012. 28 с.

2. Дорохов И.Н. Инженерное творчество и инновационный менеджмент в химии и химической технологии. Лабораторный практикум: учеб.пособие / И.Н. Дорохов. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2016. 76 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- «Российские нанотехнологии», ISSN (печатной версии): 1992-7223, ISSN (онлайн-версии): 1992-4068.
- «Наносистемы: физика, химия, математика», ISSN: 2305-7971.
- «Наноиндустрия», ISSN: 1993-8578.
- «Наноструктуры. Математическая физика и моделирование», ISSN: 2224-8412.
- «Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век», ISSN: 2225-0980.
- «Нанотехнологии: наука и производство», ISSN: 2306-0581.
- «Нанотехника», ISSN: 1816-4409.
- «Nanotechnology», ISSN (Online): 1361-6528, ISSN (Print): 0957-4484.
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии): 0236-235X, ISSN (онлайн-версии): 2311-2735.
- «Стандарты и качество», ISSN: 0038-9692.
- «Контроль качества продукции», ISSN: 2541-9900.
- «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика», ISSN: 2073-0004.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- Официальный сайт «РХТУ им. Д.И. Менделеева» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mustr.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Электронная Информационно-Образовательная Среда (ЭИОС) РХТУ им. Д.И. Менделеева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eios.mustr.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Официальный сайт «Центр коллективного пользования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.skr-rf.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями темами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://thesaurus.rusnano.com/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Наномир – интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.miracle-uni.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Нанометр – нанотехнологическое сообщество. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanometer.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Официальный сайт «Аэрогели» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aerogel-russia.ru> (дата обращения: 25.04.2022).

- Российский Электронный наножурнал. ООО «Парк-медиа». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanojournal.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Информационный портал RusNanoNet. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Информационные системы: учебник для студентов учреждений высшего образования / С.А. Жданов, М.Л. Соболева, А.С. Алфимова. М.: Прометей, 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785990626447.html> (дата обращения: 25.04.2022).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку обеспечивает информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева. ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет на 01.01.2022 года 1 719 785 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 ИБЦ использует технологию электронной доставки документов.

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом занятия по практике проводятся в форме практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Кафедра кибернетики химико-технологических процессов располагает компьютерными классами на 15 посадочных мест (ауд. 243а), 16 посадочных мест (ауд. 247), 3 учебно-научными лабораториями: лабораторией современных средств автоматизации, лабораторией математического моделирования и лабораторией гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория). Все лаборатории оснащены необходимыми приборами и аппаратами.

Лаборатория современных средств автоматизации (ауд. 244) оснащена: 1) двухпозиционной системой управления калорифером на базе ТРМ-2, 2) двухпозиционной системой регулирования температуры жидкости в емкости с мешалкой на базе 2ТРМ1 3) трёхпозиционной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости с мешалкой на базе ИРТ5920, 4) переносной трёхпозиционной системой регулирования температуры воздуха на базе ИРТ5920Н, 5) системой непосредственного цифрового управления калорифером с использованием БУСТ, 6) импульсной системой

управления калорифером с использованием широтно-импульсной модуляции на базе ТРМ12-РiС, 7) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры на выходе из калорифера на базе ТРМ101, 8) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости на базе ТРМ101, 9) каскадной автоматической системой регулирования уровня на базе контроллера СуВго2, 10) микропроцессорной системой управления объектом периодического действия на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 11) микропроцессорной системой управления калорифером на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 12) микропроцессорной системой управления климатической камерой КК-350 ТХВ на базе программируемого логического контроллера ПЛК150. Каждая установка имеет автоматизированное рабочее место, основу которого составляет ПК с системным блоком, напрямую соединённым через СОМ-порт с базовыми микропроцессорными устройствами. Все 12 ПК объединены в единую лабораторную сеть, имеют необходимое программное обеспечение и доступ в Интернет.

Лаборатория математического моделирования (ауд. 243) оснащена установками теплообмена, ректификации, абсорбции, кристаллизации, фазового равновесия, сушки, химическим реактором, мембранной установкой, аэротенком. Для занятий используются 2 ПК с предустановленным программным обеспечением.

Лаборатория гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория, ауд. 207) оснащена каталитической установкой для проведения химических реакций, насадочной ректификационной установкой Луммарк, газоанализатором ГИАМ-310-02-2-2, газовым хроматографом 3700 с двумя капиллярными и четырьмя насадочными колонками, ПИД регулятором одноканальным ТРМ-101-СС.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

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

На кафедре КХТП для организации практики имеются в достаточном количестве персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП для реализации практики используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к лабораторным и практическим занятиям; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде; видеоуроки. Указанные материалы могут использоваться магистрантами для самостоятельной подготовки к проведению эксперимента, обработке экспериментальных данных, компьютерному моделированию. Печатные и электронные материалы, представленные в соответствии с договорами и программами прохождения практик и организациями, содержащими описание технологических процессов, оборудования, средств контроля и автоматизации и др.

Обеспеченность современными учебными пособиями, выпущенными преподавателями кафедры КХТП для магистрантов, высокая. Ко всем научным изданиям и учебным пособиям, выпущенным через РИО РХТУ им. Д.И. Менделеева имеется доступ через фонды информационно-библиотечного фонда. Кроме того, большинство дисциплин, преподаваемых на кафедре, имеют развернутую информационно-образовательную и информационно-методическую поддержку, к ресурсам в сети Интернет.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	24	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 47837477	24	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Составление аналитического литературного обзора по теме исследования.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методологию и методики научных исследований; фундаментальные законы физических, физико-химических, биотехнологических и других явлений и процессов и их математическое описание. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отбирать и анализировать необходимую научно-техническую информацию по тематике научно-исследовательской работы; формулировать цель и задачи исследований. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способами постановки целей и задач исследований. 	Оценка за контрольную работу № 1 (2 семестр). Оценка при сдаче зачета с оценкой (2 семестр).
Раздел 2. Постановка цели и задач исследования. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методологию и методики научных исследований; теоретические предпосылки планирования и проведения экспериментов, в том числе компьютерных вычислений; фундаментальные законы физических, физико-химических, биотехнологических и других явлений и процессов и их математическое описание; способы обработки результатов измерений. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отбирать и анализировать необходимую научно-техническую информацию по тематике научно- 	Оценка за контрольную работу № 2 (2 семестр). Оценка при сдаче зачета с оценкой (2 семестр).

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>исследовательской работы; формулировать цель и задачи исследований; обосновывать теоретические предпосылки, планировать и проводить лабораторные эксперименты и вычислительные эксперименты с использованием специализированного программного обеспечения; обрабатывать результаты измерений и оценивать погрешности; сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования; интерпретировать результаты вычислительных экспериментов на основе знания фундаментальных законов явлений и процессов.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способами постановки целей и задач исследований; навыками разработки плана научного исследования; методами обработки результатов экспериментов, расчета погрешностей; методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными. 	
<p>Раздел 3. Подготовка отчета по практике по итогам 2-го семестра.</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования; интерпретировать результаты вычислительных экспериментов на основе знания фундаментальных законов явлений и процессов; составлять отчеты, доклады или готовить статьи по результатам научного исследования. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными; приемами формулирования научных выводов; навыками написания тезисов докладов, статей и составления докладов с использованием современного компьютерного обеспечения. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3 (2 семестр). Оценка при сдаче зачета с оценкой (2 семестр).</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 4. Разработка методик исследования.	<p>Знает: – методологию и методики научных исследований; способы обработки результатов измерений.</p> <p>Умеет: – отбирать и анализировать необходимую научно-техническую информацию по тематике научно-исследовательской работы.</p> <p>Владеет: – навыками разработки плана научного исследования; методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными.</p>	Оценка за контрольную работу № 1 (3 семестр). Оценка при сдаче зачета с оценкой (3 семестр).
Раздел 5. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований.	<p>Знает: – методологию и методики научных исследований; теоретические предпосылки планирования и проведения экспериментов, в том числе компьютерных вычислений; фундаментальные законы физических, физико-химических, биотехнологических и других явлений и процессов и их математическое описание; способы обработки результатов измерений.</p> <p>Умеет: – отбирать и анализировать необходимую научно-техническую информацию по тематике научно-исследовательской работы; обосновывать теоретические предпосылки, планировать и проводить лабораторные эксперименты и вычислительные эксперименты с использованием специализированного программного обеспечения; обрабатывать результаты измерений и оценивать погрешности; сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования; интерпретировать результаты вычислительных экспериментов на основе знания фундаментальных законов явлений и процессов.</p> <p>Владеет:</p>	Оценка за контрольную работу № 2 (3 семестр). Оценка при сдаче зачета с оценкой (3 семестр).

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	– навыками разработки плана научного исследования; методами обработки результатов экспериментов, расчета погрешностей; методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными.	
Раздел 6. Подготовка отчета по практике по итогам 3-го семестра.	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования; интерпретировать результаты вычислительных экспериментов на основе знания фундаментальных законов явлений и процессов; составлять отчеты, доклады или готовить статьи по результатам научного исследования. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными; приемами формулирования научных выводов; навыками написания тезисов докладов, статей и составления докладов с использованием современного компьютерного обеспечения. 	Оценка за контрольную работу № 3 (3 семестр). Оценка при сдаче зачета с оценкой (3 семестр).
Раздел 7. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований. Формулирование научных выводов.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методологию и методики научных исследований; теоретические предпосылки планирования и проведения экспериментов, в том числе компьютерных вычислений; фундаментальные законы физических, физико-химических, биотехнологических и других явлений и процессов и их математическое описание; способы обработки результатов измерений. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отбирать и анализировать необходимую научно-техническую информацию по тематике научно-исследовательской работы; обосновывать теоретические предпосылки, планировать и проводить лабораторные эксперименты и вычислительные эксперименты с 	Оценка за контрольные работы № 1 и 2 (4 семестр). Оценка при сдаче экзамена (4 семестр).

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>использованием специализированного программного обеспечения; обрабатывать результаты измерений и оценивать погрешности; сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования; интерпретировать результаты вычислительных экспериментов на основе знания фундаментальных законов явлений и процессов.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами обработки результатов экспериментов, расчета погрешностей; методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными; приемами формулирования научных выводов. 	
<p>Раздел 8. Оформление материалов исследования, подготовка отчета по практике.</p>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отбирать и анализировать необходимую научно-техническую информацию по тематике научно-исследовательской работы; сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования; интерпретировать результаты вычислительных экспериментов на основе знания фундаментальных законов явлений и процессов; составлять отчеты, доклады или готовить статьи по результатам научного исследования. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами интерпретации полученных результатов, сопоставлением их с литературными или производственными данными; приемами формулирования научных выводов; навыками написания тезисов докладов, статей и составления докладов с использованием современного компьютерного обеспечения. 	<p>Оценка за контрольную работу № 3 (4 семестр). Оценка при сдаче экзамена (4 семестр).</p>

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

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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 ПРАКТИКИ

«Производственная практика: научно-исследовательская работа»

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»
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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

«Производственная практика: преддипломная практика»

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов А.С. Скичко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», с рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом проведения практик кафедрой кибернетики химико-технологических процессов (КХТП) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 2 «Практика» учебного плана. Программа рассчитана на проведение практики в 4 семестре (2 курс) обучения. Программа предполагает, что обучающиеся освоили все дисциплины и иные другие практики, предусмотренные учебным планом, и имеют теоретическую и практическую подготовку в области квантовой химии, физики твёрдого тела, нанометрологии, материаловедения наноматериалов и наносистем, основ создания нанообъектов и наноструктурированных материалов, планирования и организации проведения эксперимента, технологий получения наноматериалов и изделий из них, моделирования нанопроцессов и наносистем, молекулярной биофизики и бионанотехнологии, методов нелинейной динамики в нанопроцессах, современных информационных технологий.

Цель практики – подготовка материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.

Задачами практики являются:

– окончательное формирование у обучающихся компетенций, связанных с целостным представлением об организации и управлении отдельными этапами и программами проведения научных исследований и технических разработок, освоением нормативной документации изделий и производств наноиндустрии, методов и технологий получения наноструктурированных материалов, средств программного обеспечения моделирования нанопроцессов и наносистем;

– знакомство с организацией технологического процесса, исследуемого в выпускной квалификационной работе, и подробное изучение элемента или части процесса, подлежащего совершенствованию;

– изучение принципа действия и конструкции основного оборудования по теме выпускной квалификационной работы;

– освоение программного обеспечения для моделирования нанопроцессов и наносистем по теме выпускной квалификационной работы;

– обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы;

– совершенствование умения анализировать и обобщать данные научно-технической и патентной литературы;

– закрепление навыков самостоятельной работы при решении конкретных научно-исследовательских и инновационных задач в профессиональной деятельности;

– формирование комплексного представления о специфике профессиональной деятельности в области наноинженерии.

Способ проведения практики: стационарная.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Прохождение практики способствует формированию следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач
Коммуникация	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)

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: научно-исследовательский				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	– Химическое, химико-технологическое производство. – Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в наноинженерии и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
			ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности	
			ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и	– Химическое, химико-технологическое производство. – Сквозные виды	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научной технической	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом

экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ	Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
			ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации	– Химическое, химико-технологическое производство. – Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов nanoиндустрии	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей эффективности в своей профессиональной деятельности	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – 6)
			ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов	
			ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	

	технологического производства).			
– Планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации. – Участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем наноинженерии	– Методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и изделий на их основе. – Наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники.	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	ПК-4.1 Знает физико-химические характеристики различных видов наноматериалов и наноструктур и основные методы их исследования и измерения параметров	Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2015 № 593н. Обобщенная трудовая функция D: Руководство подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. D/01.7: Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 7)
			ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием	
			ПК-4.3 Владеет навыками обработки измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	
– Планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий с	– Методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов и	ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции,	ПК-5.1 Знает физико-химические основы процессов и технологий nanoиндустрии	Профессиональный стандарт 40.004 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом
			ПК-5.2 Умеет измерять и контролировать параметры технологических операций	

<p>целью совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий их применения и эксплуатации. – Участие в составе коллектива в работах по решению инновационных проблем нанотехнологии</p>	<p>изделий на их основе. – Наноматериалы, процессы нанотехнологий и методы нанодиагностики для химии, фармацевтики, биотехнологии, энергетики, научных исследований и других областей техники. – Технологическое и контрольно-диагностическое оборудование для процессов нанотехнологий.</p>	<p>проводить измерения и контролировать параметры технологических операций</p>	<p>процессов производства нанопродукции ПК-5.3 Владеет навыками анализа научных основ нанопроцессов, наносистем и нанотехнологий</p>	<p>Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.02.2014 № 72н. Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования. Профессиональный стандарт 40.020 «Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.04.2014 № 234н. Обобщенная трудовая функция С: Процессы жизненного цикла продукции. С/05.7: Обеспечение технологических операций процесса производства нанопродукции и обслуживания технологического оборудования.</p>
---	--	--	--	---

В результате прохождения практики студент магистратуры должен:

Знать:

- свойства наноматериалов, их области применения, методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов по профилю выпускной квалификационной работы;
- физико-химические закономерности нанотехнологии по профилю выпускной квалификационной работы;
- основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий nanoиндустрии по профилю выпускной квалификационной работы;
- комплекс мероприятий по технике безопасности работы с наноматериалами по профилю выпускной квалификационной работы, а также охране труда и окружающей среды на соответствующих предприятиях nanoиндустрии.

Уметь:

- выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики;
- проводить измерения и контроль параметров нанопроцессов и наносистем по профилю выпускной квалификационной работы;
- выполнять расчеты по моделированию процессов нанотехнологий и прогнозированию свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники по профилю выпускной квалификационной работы;
- осуществлять контроль самостоятельной работы по программе практики;
- составлять описания проводимых исследований наноматериалов, нанопроцессов и наносистем, а также готовить данные для составления обзоров и отчетов.

Владеть:

- навыками самостоятельной работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций, обобщения передового опыта и лучших практик применительно к объекту исследования выпускной квалификационной работы;
- навыками исследования структуры и свойств наноматериалов по профилю выпускной квалификационной работы;
- навыками анализа и моделирования нанотехнологических процессов и систем;
- навыками систематизации, обработки и обобщения результатов компьютерных экспериментов.

3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 4 семестре. Итоговый контроль прохождения практики осуществляется путём проведения зачёта с оценкой.

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость практики	6	216	162
Самостоятельная работа	6	216	162
в том числе в форме практической подготовки	6	216	162
Контактная самостоятельная работа	6	0,4	0,3
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе практики		215,6	161,7
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

4.1. Разделы практики

Разделы	Наименование раздела	Объем раздела, акад. ч.
Раздел 1	Теоретическое и практическое изучение объекта исследования выпускной квалификационной работы	100
Раздел 2	Выполнение индивидуального задания. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы	100
Раздел 3	Подготовка и оформление отчета по практике	16
	Всего часов	216

4.2. Содержание разделов практики

Раздел 1. Теоретическое и практическое изучение объекта исследования выпускной квалификационной работы.

Постановка цели и задач практики. Ознакомление с объектом исследования выпускной квалификационной работы, его физико-химическими свойствами, требуемыми техническими характеристиками. Изучение современных методов исследования объекта исследования выпускной квалификационной работы, нормативно-технической документации, перспективных научных разработок в соответствии с выбранной темой. Выбор средств и методов изучения объекта исследования выпускной квалификационной работы. Подготовительные организационно-методические мероприятия. Прохождение технических инструктажей. Составление плана исследований. Выполнение исследований, испытаний, вычислительных экспериментов по тематике выпускной квалификационной работы.

Раздел 2. Выполнение индивидуального задания. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы.

Организация и осуществление научно-исследовательской деятельности в рамках практики и подготовки материалов для выпускной квалификационной работы согласно индивидуальному заданию, согласованному с научным руководителем. Изучение и использование современных методик исследования объекта исследования выпускной квалификационной работы, характеристик оборудования, установок. Изучение универсального и специализированного программного обеспечения, используемого при изучении и моделировании свойств и характеристик объекта исследования выпускной квалификационной работы. Подготовка, сбор и обработка данных для выполнения выпускной квалификационной работы.

Раздел 3. Подготовка и оформление отчета по практике.

Ознакомление с требованиями, предъявляемыми к написанию и представлению отчета. Описание и систематизация результатов, полученных в ходе выполнения индивидуального задания в рамках практики. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы. Подведение итогов и составление выводов по работе. Подготовка и оформление отчета.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел		
		1	2	3
<i>Знать:</i>				
1	свойства наноматериалов, их области применения, методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов по профилю выпускной квалификационной работы	+		
2	физико-химические закономерности нанотехнологии по профилю выпускной квалификационной работы	+		
3	основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий nanoиндустрии по профилю выпускной квалификационной работы	+		
4	комплекс мероприятий по технике безопасности работы с наноматериалами по профилю выпускной квалификационной работы, а также охране труда и окружающей среды на соответствующих предприятиях nanoиндустрии	+	+	
<i>Уметь:</i>				
5	выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики	+	+	
6	проводить измерения и контроль параметров нанопроцессов и наносистем по профилю выпускной квалификационной работы		+	
7	выполнять расчеты по моделированию процессов нанотехнологий и прогнозированию свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники по профилю выпускной квалификационной работы		+	
8	осуществлять контроль самостоятельной работы по программе практики	+	+	+
9	составлять описания проводимых исследований наноматериалов, нанопроцессов и наносистем, а также готовить данные для составления обзоров и отчетов		+	+
<i>Владеть:</i>				
10	навыками самостоятельной работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций, обобщения передового опыта и лучших практик применительно к объекту исследования выпускной квалификационной работы	+		+
11	навыками исследования структуры и свойств наноматериалов по профилю выпускной квалификационной работы		+	
12	навыками анализа и моделирования нанотехнологических процессов и систем		+	
13	навыками систематизации, обработки и обобщения результатов компьютерных экспериментов			+
В результате прохождения практики студент должен приобрести следующие универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
14	УК-1. Способен осуществлять критический анализ	УК-1.1 Знает методы осуществления поиска вариантов решения		
		+	+	+

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел			
		1	2	3	
	проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации			
		УК-1.2 Умеет определять в рамках выбранного алгоритма вопросы или задачи, подлежащие дальнейшей разработке	+	+	
		УК-1.3 Владеет способами планирования работы для решения поставленных задач	+	+	
15	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках	+	+	
		УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные			+
		УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.)	+		+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
16	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области нанотехнологий и решать их	ПК-1.1. Знает современные методы, используемые при проведении научных исследований в нанотехнологии и основные этапы выполнения научно-исследовательской работы	+	+	
		ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для системного и комплексного проведения научных исследований в области профессиональной деятельности		+	
		ПК-1.3. Владеет приемами обработки, анализа, интерпретации и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов		+	+
17	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и	ПК-2.1 Знает теорию эксперимента в области своей профессиональной деятельности и методики анализа явлений и процессов	+	+	
		ПК-2.2 Умеет применять информационно-коммуникационные	+	+	

№	В результате прохождения практики студент должен:	Раздел			
		1	2	3	
	их интерпретации	технологии для сбора, структурирования и анализа информации и программно-информационные комплексы для проведения научно-исследовательских работ			
		ПК-2.3 Владеет навыками проведения информационного поиска и обработки научно-технической информации	+	+	+
18	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов наноиндустрии	ПК-3.1 Знает методы и средства определения показателей эффективности в своей профессиональной деятельности	+	+	
		ПК-3.2 Умеет использовать модели для описания и прогнозирования параметров технологических процессов		+	
		ПК-3.3 Владеет методами оценки технологических процессов с позиции эффективного использования ресурсов и обеспечения безопасности в области профессиональной деятельности	+		
19	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	ПК-4.1 Знает физико-химические характеристики различных видов наноматериалов и наноструктур и основные методы их исследования и измерения параметров	+		
		ПК-4.2 Умеет использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием		+	
		ПК-4.3 Владеет навыками обработки измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур		+	
20	ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций	ПК-5.1 Знает физико-химические основы процессов и технологий наноиндустрии	+		
		ПК-5.2 Умеет измерять и контролировать параметры технологических операций процессов производства нанопродукции		+	
		ПК-5.3 Владеет навыками анализа научных основ нанопроцессов, наносистем и нанотехнологий		+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии» проведение практических занятий по практике не предусмотрено.

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии» проведение лабораторных занятий по практике не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом и темой государственной итоговой аттестации обучающегося.

Основу содержания самостоятельной работы обучающегося при прохождении практики составляет освоение методов, приемов, технологий анализа и систематизации научно-технической информации, разработка планов и программ проведения научных исследований и выполнение исследований по теме выпускной квалификационной работы с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится. Программа практики включает также выполнение индивидуального задания, которое разрабатывается руководителем практики или руководителем выпускной квалификационной работы обучающегося с учетом специфики научно-исследовательской работы кафедры.

При прохождении практики обучающийся должен использовать совокупность форм и методов самостоятельной работы:

- посещение семинаров кафедры (проблемной лаборатории, научной группы);
- изучение методик анализа и систематизации научно-технической информации, разработки планов и программ проведения научных исследований;
- посещение предприятий наноиндустрии, выставок нанопродукции;
- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Итоговая оценка по практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении практики (максимальная оценка за отчет о прохождении практики – 60 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый опрос – 40 баллов).

8.1. Требования к отчету о прохождении практики

Отчет о прохождении практики «Производственная практика: преддипломная практика» выполняется студентом во время прохождения практики в соответствии с календарным учебным графиком учебного плана подготовки магистров по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии».

Отчет о прохождении практики должен содержать следующие основные разделы:

- титульный лист с наименованием вида практики и названия научно-исследовательской организации или производственного предприятия – места прохождения практики;

- содержание (наименование всех текстовых разделов отчета);
- результаты выполнения обучающимся программы подготовки к выполнению выпускной квалификационной работы в процессе прохождения практики:
 - цели и задачи научной работы;
 - анализ информации, полученной из различных информационных источников, по теме практики;
 - сведения о материалах, использованных при выполнении экспериментальной работы во время прохождения практики;
 - описание методов исследования и научно-исследовательского оборудования, использованных при выполнении экспериментальной работы во время прохождения практики;
 - полученные экспериментальные результаты и их обсуждение;
 - основные выводы по результатам экспериментальной работы, выполненной во время прохождения практики;
 - графический материал, предусмотренный планом практики;
 - список использованных литературных источников.

Отчет о прохождении практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – Times New Roman, 12, через 1,5 интервала. Таблицы и рисунки выполняются в соответствии с ГОСТ 7.32-2001. Текстовый материал необходимо иллюстрировать рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики или полученными из сети Интернет.

Страницы отчета нумеруют арабскими цифрами со сквозной нумерацией по всему тексту; титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета, но номер страницы на титульном листе не проставляют.

Ссылки на использованные источники располагают в тексте в порядке их появления и нумеруют арабскими цифрами без точки в квадратных скобках, например, [1]; [3-5]. Библиографические ссылки оформляют в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

8.2. Примерная тематика отчетов по практике

Тематика отчетов по практике должна соответствовать тематике выпускной квалификационной работы (ВКР).

Примерная тематика отчетов по практике представлена ниже.

1. Разработка и тестирование новых заданий для лабораторных работ и практических занятий по дисциплинам направлений 28.03.02 и 28.04.02.
2. Получение и исследование пленок для офтальмологии.
3. Моделирование нанокаталитических процессов и разработка компьютерных тестов в среде Moodle по дисциплине «Макрокинетика химических процессов».
4. Разработка программного комплекса для исследования характеристик нанофлюидных каналов.
5. Анализ и моделирование процесса ароматизации бутана на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитах.
6. Исследование процессов получения аэрогелей на основе целлюлозы.
7. Анализ и моделирование процесса получения легких алкенов из метанола на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов.
8. Разработка образовательных ресурсов по моделированию биохимических процессов по курсу «Молекулярная биофизика и бионанотехнологии».
9. Моделирование процесса селективного гидрирования ацетилен в ацетилен-этиленовых смесях на Pd-содержащих нанокатализаторах.
10. Моделирование процесса дегидрирования пропана на Pt-содержащих нанокатализаторах.
11. Моделирование кинетики блочной радиальной сополимеризации стирола с акрилатом кобальта в процессе получения кобальтосодержащего нанокompозита.

12. Моделирование и визуализация средствами Компас-3D гидродинамики в наноструктурах.
13. Исследование особенностей применения исполнительных устройств для управления процессами на наноуровне.
14. Исследование процесса гибели микроорганизмов в средах с наночастицами металлов.
15. Исследование кинетики синтеза углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом метана.
16. Разработка программных комплексов для тестирования студентов по методикам анализа качества наноматериалов согласно требованиям государственных стандартов в области наноиндустрии.
17. Моделирование процесса гидродинамики в многофлюидном элементе.
18. Моделирование процесса получения металлсодержащего полимерного нанокompозита на основе метилметакрилата.
19. Анализ и моделирование процесса получения металлсодержащего нанокompозита на основе структуры блок-сополимеров стирола.
20. Исследование процесса получения наночастиц серебра биологическим способом.
21. Моделирование процесса получения пропилена на высокоэффективных нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитах типа MFI.
22. Разработка методики получения медицинских матриц, содержащих агломераты наночастиц гидроксиапатита.
23. Исследование процессов получения наноразмерных и субмикронных частиц путём быстрого расширения растворов веществ в сверхкритическом диоксиде углерода.
24. Моделирование процесса дегидратации метанола на нанокатализаторах на основе высококремнистых алюмосиликатных композиций.
25. Изучение структурных и теплофизических характеристик аэрогелей в зависимости от параметров процесса гелеобразования.
26. Исследование и оптимизация процесса приготовления суспензии оксида магния на этиловом спирте с использованием планетарной мельницы РМ 100.
27. Разработка информационной базы сенсоров на основе наноструктур золота.
28. Исследование способов управления потоком жидкости в нанофлюидных каналах.
29. Исследование гибридных наноструктурированных материалов на основе биополимерных аэрогелей.
30. Анализ и моделирование процесса получения легких алкенов из метанола на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов типа ZSM-5.

Конкретное содержание индивидуального задания по практике в рамках подготовки материалов для выпускной квалификационной работы может включать следующие составляющие:

- 1) сбор, систематизацию и анализ научной литературы по тематике выпускной квалификационной работы с использованием отечественных библиотечных систем и баз данных;
- 2) развитие практического исследования по изучению объекта научно-исследовательской работы в зависимости от целей выпускной квалификационной работы, систематизацию результатов в виде раздела в отчет по практике;
- 3) проведение лабораторных или практических экспериментов с использованием современных методик и технических средств по тематике выпускной квалификационной работы;

4) проведение компьютерных экспериментов с использованием универсального и специализированного программного обеспечения по тематике выпускной квалификационной работы;

5) освоение новых программных модулей, комплексов программных средств по тематике выпускной квалификационной работы;

6) подготовку доклада по результатам выполненных исследований и иллюстративного материала в форме постера или презентации для представления на ежегодной конференции обучающихся факультета цифровых технологий и химического инжиниринга (ЦиТХИИ);

7) подготовку научной статьи по результатам выполненных исследований для публикации в материалах ежегодного Международного конгресса молодых ученых по химии и химической технологии (МКХТ) или другом научном издании;

8) участие в научных мероприятиях от кафедры, факультета и университета (выставки, семинары, конференции, научные доклады и т.п.).

8.3. Примеры вопросов для итогового контроля освоения практики (зачёт с оценкой)

1. Обоснование актуальности темы выпускной квалификационной работы.

2. Формулировка научной новизны и практической значимости результатов выпускной квалификационной работы.

3. История становления и развития объекта исследования выпускной квалификационной работы.

4. Основные физико-химические свойства объекта исследования выпускной квалификационной работы и современные методики их измерения (исследования, диагностики).

5. Основные нормативные требования к объекту исследования выпускной квалификационной работы, современные методики диагностики и испытаний.

6. Основные правила техники безопасности при работе с объектом исследования выпускной квалификационной работы.

7. Современные методы получения, хранения и исследования свойств объекта исследования выпускной квалификационной работы.

8. Оборудование, необходимое для получения объекта исследования выпускной квалификационной работы.

9. Программное обеспечение, используемое для изучения и моделирования свойств и характеристик объекта исследования выпускной квалификационной работы.

10. Современное состояние исследований в мировом научном сообществе в отношении объекта исследования выпускной квалификационной работы; перспективы дальнейшего развития научных исследований.

11. Формулировка цели и методология составления плана научных исследований в рамках практики согласно индивидуальному заданию.

12. Выбор методов исследования (диагностики свойств, испытания технических характеристик на соответствия нормативным требованиям) объекта исследования выпускной квалификационной работы в рамках практики согласно индивидуальному заданию.

13. Методика проведения экспериментов согласно индивидуальному заданию.

14. Основные результаты выполнения индивидуального задания.

15. Методы анализа и обработки экспериментальных исследований.

16. Общие принципы поиска, обработки и анализа научно-технической информации с применением Интернет-технологий.

17. Типовая структура научной публикации; методология поиска необходимой информации в научной статье.

18. Требования к оформлению выпускных квалификационных работ.

19. Методологические подходы к организации и проведению научно-исследовательских работ; специфика научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении.

20. Актуальные современные направления научных исследований в области наноинженерии.

21. Требования к организации научно-исследовательских работ с использованием программного обеспечения; основные виды программного обеспечения, используемого для исследований и моделирования в наноинженерии.

22. Цели, формы и приемы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.

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

8.4. Структура и пример билета для зачёта с оценкой

Зачёт с оценкой по практике включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов.

Пример билета к зачёту с оценкой:

<i>"Утверждаю"</i>	Министерство науки и высшего образования РФ
<i>Зав. каф. КХТП</i>	Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева
<i>Глебов М.Б.</i>	Кафедра кибернетики химико-технологических процессов
	28.04.02 Наноинженерия
	Магистерская программа –
«__» _____ 20__ г.	«Материалы и технологии наноинженерии»

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА

БИЛЕТ № 1

1. Обоснование актуальности темы выпускной квалификационной работы.
2. Общие принципы поиска, обработки и анализа научно-технической информации с применением Интернет-технологий.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2013. 224 с.

2. Требования к оформлению выпускных квалификационных (дипломных) и курсовых работ: методические указания / сост. В.М. Аристов, С.Г. Комарова, Х.А. Невмятулина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 36 с.

Б. Дополнительная литература

1. Филипова Е.Б., Савицкая Т.В. Методические рекомендации по выполнению и подготовке к защите выпускных квалификационных работ студентов факультета информационных технологий и управления. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2012. 28 с.

2. Дорохов И.Н. Инженерное творчество и инновационный менеджмент в химии и химической технологии. Лабораторный практикум: учеб.пособие / И.Н. Дорохов. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2016. 76 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- «Российские нанотехнологии», ISSN (печатной версии): 1992-7223, ISSN (онлайн-версии): 1992-4068.
- «Наносистемы: физика, химия, математика», ISSN: 2305-7971.
- «Наноиндустрия», ISSN: 1993-8578.
- «Наноструктуры. Математическая физика и моделирование», ISSN: 2224-8412.
- «Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век», ISSN: 2225-0980.
- «Нанотехнологии: наука и производство», ISSN: 2306-0581.
- «Нанотехника», ISSN: 1816-4409.
- «Nanotechnology», ISSN (Online): 1361-6528, ISSN (Print): 0957-4484.
- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии): 0236-235X, ISSN (онлайн-версии): 2311-2735.
- «Стандарты и качество», ISSN: 0038-9692.
- «Контроль качества продукции», ISSN: 2541-9900.
- «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика», ISSN: 2073-0004.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- Официальный сайт «РХТУ им. Д.И. Менделеева» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mustr.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Электронная Информационно-Образовательная Среда (ЭИОС) РХТУ им. Д.И. Менделеева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eios.mustr.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Официальный сайт «Центр коллективного пользования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.skr-rf.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями темами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://thesaurus.rusnano.com/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Наномир – интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.miracle-uni.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Нанометр – нанотехнологическое сообщество. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanometer.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Официальный сайт «Аэрогели» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aerogel-russia.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Российский Электронный наножурнал. ООО «Парк-медиа». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanojournal.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Информационный портал RusNanoNet. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru> (дата обращения: 25.04.2022).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку обеспечивает информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева. ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по практике.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет на 01.01.2022 года 1 719 785 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 ИБЦ использует технологию электронной доставки документов.

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом практика проводится в форме самостоятельной работы обучающегося, как правило, на кафедре, осуществляющей подготовку обучающегося, и включает освоение программы практики с использованием материально-технической базы кафедры.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Кафедра кибернетики химико-технологических процессов располагает компьютерными классами на 15 посадочных мест (ауд. 243а), 16 посадочных мест (ауд. 247), 3 учебно-научными лабораториями: лабораторией современных средств автоматизации, лабораторией математического моделирования и лабораторией гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория). Все лаборатории оснащены необходимыми приборами и аппаратами.

Лаборатория современных средств автоматизации (ауд. 244) оснащена: 1) двухпозиционной системой управления калорифером на базе ТРМ-2, 2) двухпозиционной системой регулирования температуры жидкости в емкости с мешалкой на базе 2ТРМ1 3) трёхпозиционной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости с мешалкой на базе ИРТ5920, 4) переносной трёхпозиционной системой регулирования температуры воздуха на базе ИРТ5920Н, 5) системой непосредственного цифрового управления калорифером с использованием БУСТ, 6) импульсной системой управления калорифером с использованием широтно-импульсной модуляции на базе ТРМ12-РiС, 7) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры на выходе из калорифера на базе ТРМ101, 8) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости на базе ТРМ101, 9) каскадной автоматической системой регулирования уровня на базе контроллера СуВrо2, 10) микропроцессорной системой управления объектом периодического действия на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 11) микропроцессорной системой управления калорифером на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 12) микропроцессорной системой управления климатической камерой КК-350 ТХВ на базе программируемого логического контроллера ПЛК150. Каждая установка имеет автоматизированное рабочее место, основу которого составляет ПК с системным блоком, напрямую соединённым через СОМ-порт с базовыми микропроцессорными устройствами. Все 12 ПК объединены в единую лабораторную сеть, имеют необходимое программное обеспечение и доступ в Интернет.

Лаборатория математического моделирования (ауд. 243) оснащена установками теплообмена, ректификации, абсорбции, кристаллизации, фазового равновесия, сушки, химическим реактором, мембранной установкой, аэротенком. Для занятий используются 2 ПК с предустановленным программным обеспечением.

Лаборатория гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория, ауд. 207) оснащена каталитической установкой для проведения химических реакций, насадочной ректификационной установкой Луммарк, газоанализатором ГИАМ-310-02-2-2, газовым хроматографом 3700 с двумя капиллярными и четырьмя насадочными колонками, ПИД регулятором одноканальным ТРМ-101-СС.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

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

На кафедре КХТП для организации практики имеются в достаточном количестве персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП для реализации практики используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к лабораторным и практическим занятиям; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде; видеоуроки. Указанные материалы могут использоваться магистрантами для самостоятельной подготовки к проведению эксперимента, обработке экспериментальных данных, компьютерному моделированию. Печатные и электронные материалы, представленные в соответствии с договорами и программами прохождения практик предприятиями и организациями, содержащими описания технологических процессов, оборудования, средств контроля и автоматизации и др.

Обеспеченность современными учебными пособиями, выпущенными преподавателями кафедры КХТП для магистрантов, высокая. Ко всем научным изданиям и учебным пособиям, выпущенным через РИО РХТУ им. Д.И. Менделеева имеется доступ через фонды информационно-библиотечного фонда. Кроме того, большинство дисциплин, преподаваемых на кафедре, имеют развернутую информационно-образовательную и информационно-методическую поддержку, к ресурсам в сети Интернет.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	24	Бессрочно
2	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 47837477	24	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Теоретическое и практическое изучение объекта исследования выпускной квалификационной работы</p>	<p>Знает: – свойства наноматериалов, их области применения, методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов по профилю выпускной квалификационной работы; физико-химические закономерности нанотехнологии по профилю выпускной квалификационной работы; основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий nanoиндустрии по профилю выпускной квалификационной работы; комплекс мероприятий по технике безопасности работы с наноматериалами по профилю выпускной квалификационной работы, а также охране труда и окружающей среды на соответствующих предприятиях nanoиндустрии.</p> <p>Умеет: – выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики; осуществлять контроль самостоятельной работы по программе практики.</p> <p>Владеет: – навыками самостоятельной работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций, обобщения передового опыта и лучших практик применительно к объекту исследования выпускной квалификационной работы.</p>	<p>Оценка за отчет по практике.</p> <p>Оценка при сдаче зачета с оценкой.</p>
<p>Раздел 2. Выполнение индивидуального задания. Обобщение и систематизация данных для выполнения выпускной квалификационной работы</p>	<p>Знает: – комплекс мероприятий по технике безопасности работы с наноматериалами по профилю выпускной квалификационной работы, а также охране труда и окружающей среды на соответствующих предприятиях nanoиндустрии.</p> <p>Умеет: – выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики; проводить измерения и</p>	<p>Оценка за отчет по практике.</p> <p>Оценка при сдаче зачета с оценкой.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<p>контроль параметров нанопроцессов и наносистем по профилю выпускной квалификационной работы; выполнять расчеты по моделированию процессов нанотехнологий и прогнозированию свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники по профилю выпускной квалификационной работы; осуществлять контроль самостоятельной работы по программе практики; составлять описания проводимых исследований наноматериалов, нанопроцессов и наносистем, а также готовить данные для составления обзоров и отчетов.</p> <p>Владеет:</p> <p>– навыками исследования структуры и свойств наноматериалов по профилю выпускной квалификационной работы; навыками анализа и моделирования нанотехнологических процессов и систем.</p>	
<p>Раздел 3. Подготовка и оформление отчета по практике</p>	<p>Умеет:</p> <p>– осуществлять контроль самостоятельной работы по программе практики; составлять описания проводимых исследований наноматериалов, нанопроцессов и наносистем, а также готовить данные для составления обзоров и отчетов.</p> <p>Владеет:</p> <p>– навыками самостоятельной работы с источниками научной информации, реферирования научных публикаций, обобщения передового опыта и лучших практик применительно к объекту исследования выпускной квалификационной работы; навыками систематизации, обработки и обобщения результатов компьютерных экспериментов.</p>	<p>Оценка за отчет по практике.</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 в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– Положением о практической подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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 ПРАКТИКИ

«Производственная практика: преддипломная практика»

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»
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»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ:
ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Направление подготовки – 28.04.02 Наноинженерия

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена к.т.н., доцентом, доцентом кафедры кибернетики химико-технологических процессов А.С. Скичко.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кибернетики химико-технологических процессов «26» апреля 2022 г., протокол № 7.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

В соответствии с Законом РФ «Об образовании» государственная итоговая аттестация выпускников, завершающих обучение по программам высшего образования, в том числе по программам магистратуры, является заключительным и обязательным этапом оценки содержания и качества освоения студентами основной образовательной программы по направлению 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии».

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы – проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии».

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура для направления подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии», рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы – относится к обязательной части образовательной программы и завершается присвоением квалификации «Магистр». Успешное прохождение государственной итоговой аттестации является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании и о квалификации образца, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы – обучающихся по программе магистратуры проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

Защита ВКР предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области квантовой химии, физики твёрдого тела, нанометрологии, материаловедения наноматериалов и наносистем, методов диагностики в наноинженерии, основ создания нанообъектов и наноструктурированных материалов, молекулярной биофизики и бионанотехнологии, технологий получения наноматериалов и изделий из них, моделирования нанопроцессов и наносистем, методов оптимизации нанопроцессов и наносистем, методов нелинейной динамики в нанопроцессах, теории эксперимента в наноинженерии, современных информационных технологий.

Цель государственной итоговой аттестации – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки магистров 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии».

Задачи государственной итоговой аттестации – установление соответствия содержания, уровня и качества подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО; мотивация выпускников на дальнейшее повышение уровня компетентности в избранной сфере профессиональной деятельности на основе углубления и расширения полученных знаний и навыков путем продолжения познавательной деятельности в сфере практического применения знаний и компетенций.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

К государственной итоговой аттестации: выполнению и защите выпускной квалификационной работы – допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии».

У выпускника, освоившего программу магистратуры, должны быть сформированы следующие **компетенции**:

Универсальные компетенции:

- УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.
- УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.
- УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.
- УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.
- УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.
- УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

Общепрофессиональные компетенции:

- ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области наноинженерии и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей.
- ОПК-2. Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента.
- ОПК-3. Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в профессиональной области с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
- ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов.
- ОПК-5. Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов.
- ОПК-6. Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности.
- ОПК-7. Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области наноинженерии.

Профессиональные компетенции:

- ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их.

– ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации.

– ПК-3. Способен к анализу технологических процессов nanoиндустрии.

– ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники.

– ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопроductии, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций.

В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения и защиты выпускной квалификационной работы) у студента проверяется сформированность указанных выше компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности. Студент должен:

Знать:

– принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;

– правила и порядок подготовки научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок, требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;

– современные информационные технологии для сбора и обработки информации, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования нанообъектов, наносистем и нанопроцессов;

– основы естественнонаучных дисциплин, обеспечивающих глубокое понимание процессов и явлений на наноуровне;

– приемы защиты интеллектуальной собственности, основы патентования результатов интеллектуальной деятельности.

Уметь:

– ставить цели и формулировать задачи, связанные с организацией профессиональной деятельности и научных исследований, проводить обработку и анализ результатов научных исследований, формулировать выводы и составлять отчеты по результатам проведенных исследований;

– приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения, необходимые в профессиональной области, в том числе на иностранном языке;

– использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием;

– использовать универсальное и специализированное программное обеспечение для решения задач моделирования нанопроцессов и наносистем;

– разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований.

Владеть:

– навыками планирования и организации научных исследований;

– навыками эксплуатации аналитического и испытательного оборудования и приборов;

– навыками планирования и проведения эксперимента, анализа экспериментальных результатов;

– навыками измерения и контроля параметров нанопроцессов и наносистем;

– навыками применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования нанообъектов, наносистем и нанопроцессов;

- навыками поиска и анализа научно-технической информации в области наноинженерии;
- навыками подготовки данных для составления обзоров, отчетов и научных докладов.

3. ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы – проходит в 4 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 4 семестре (2 курс) обучения в объеме 216 академических часов (6 ЗЕ).

Виды учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость ГИА по учебному плану	6	216	162
Контактная работа (КР):	–	–	–
Самостоятельная работа (СР):	6	216	162
Контактная работа – итоговая аттестация	6	0,67	0,5
Выполнение, написание и оформление ВКР		215,33	161,5
Вид контроля:	Защита ВКР		

4. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы – в форме защиты ВКР проходит в 4 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии» и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы – проводится государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «Магистр».

Защита ВКР является обязательной процедурой итоговой государственной аттестации студентов высших учебных заведений, завершающих обучение по направлению подготовки магистратуры. Она проводится публично на открытом заседании ГЭК в соответствии с локальными нормативными и распорядительными актами университета.

Материалы, представляемые к защите:

- выпускная квалификационная работа (пояснительная записка);
- задание на выполнение ВКР;
- отзыв руководителя ВКР;
- рецензия на ВКР;
- презентация (раздаточный материал), подписанная руководителем;
- доклад.

В задачи ГЭК входят выявление подготовленности студента к профессиональной деятельности и принятие решения о возможности выдачи ему диплома.

Решение о присуждении выпускнику квалификации магистра принимается на заседании ГЭК простым большинством при открытом голосовании членов комиссии на

основании результатов итоговых испытаний. Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры защиты выпускной квалификационной работы. Апелляция о несогласии с результатами защиты выпускной квалификационной работы не принимается.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

№	В результате прохождения государственной итоговой аттестации у студента проверяется сформированность следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности:	Защита ВКР
	Знать:	
1	– принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации	+
2	– правила и порядок подготовки научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок, требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада	+
3	– современные информационные технологии для сбора и обработки информации, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования нанообъектов, наносистем и нанопроцессов	+
4	– основы естественнонаучных дисциплин, обеспечивающих глубокое понимание процессов и явлений на наноуровне	+
5	– приемы защиты интеллектуальной собственности, основы патентования результатов интеллектуальной деятельности	+
	Уметь:	
6	– ставить цели и формулировать задачи, связанные с организацией профессиональной деятельности и научных исследований, проводить обработку и анализ результатов научных исследований, формулировать выводы и составлять отчеты по результатам проведенных исследований	+
7	– приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения, необходимые в профессиональной области, в том числе на иностранном языке	+
8	– использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием	+
9	– использовать универсальное и специализированное программное обеспечение для решения задач моделирования нанопроцессов и наносистем	+
10	– разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований.	+
	Владеть:	
11	– навыками планирования и организации научных исследований	+
12	– навыками эксплуатации аналитического и испытательного оборудования и приборов	+
13	– навыками планирования и проведения эксперимента, анализа экспериментальных результатов	+
14	– навыками измерения и контроля параметров нанопроцессов и наносистем	+

15	– навыками применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования нанообъектов, наносистем и нанопроцессов	+
16	– навыками поиска и анализа научно-технической информации в области наноинженерии	+
17	– навыками подготовки данных для составления обзоров, отчётов и научных докладов	+
В результате прохождения государственной итоговой аттестации у студента проверяется сформированность следующих компетенций:		
Универсальных компетенций:		
18	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	+
19	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	+
20	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	+
21	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	+
22	УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	+
23	УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	+
Общепрофессиональных компетенций:		
24	ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области наноинженерии и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	+
25	ОПК-2. Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента	+
26	ОПК-3. Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в профессиональной области с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	+
27	ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	+
28	ОПК-5. Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	+
29	ОПК-6. Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности	+
30	ОПК-7. Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области наноинженерии	+
Профессиональных компетенций:		
31	ПК-1. Способен формулировать научно-исследовательские задачи в области наноинженерии и решать их	+
32	ПК-2. Готов к анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи, анализу результатов и их интерпретации	+
33	ПК-3. Способен к анализу технологических процессов наноиндустрии	+

34	ПК-4. Способен применять расчётно-теоретические методы для обработки измерений параметров, изучения и модификации свойств наноматериалов и наноструктур с использованием современной вычислительной техники	+
35	ПК-5. Способен осуществлять анализ научных основ процессов и технологий производства нанопродукции, проводить измерения и контролировать параметры технологических операций	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии» «Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы» проведение практических занятий не предполагает.

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии» «Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы» проведение лабораторных занятий не предполагает.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебным планом подготовки магистров по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии» «Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы» предполагает 216 акад. часов самостоятельной работы.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

8.1. Примерная тематика выпускных квалификационных работ

1. Разработка и тестирование новых заданий для лабораторных работ и практических занятий по дисциплинам направлений 28.03.02 и 28.04.02.
2. Получение и исследование пленок для офтальмологии.
3. Моделирование нанокаталитических процессов и разработка компьютерных тестов в среде Moodle по дисциплине «Макрокинетика химических процессов».
4. Разработка программного комплекса для исследования характеристик нанофлюидных каналов.
5. Анализ и моделирование процесса ароматизации бутана на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитах.
6. Исследование процессов получения аэрогелей на основе целлюлозы.
7. Анализ и моделирование процесса получения легких алкенов из метанола на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов.
8. Разработка образовательных ресурсов по моделированию биохимических процессов по курсу «Молекулярная биофизика и бионанотехнологии».
9. Моделирование процесса селективного гидрирования ацетилен в ацетилен-этиленовых смесях на Pd-содержащих нанокатализаторах.
10. Моделирование процесса дегидрирования пропана на Pt-содержащих нанокатализаторах.
11. Моделирование кинетики блочной радиальной сополимеризации стирола с акрилатом кобальта в процессе получения кобальтосодержащего нанокompозита.

12. Моделирование и визуализация средствами Компас-3D гидродинамики в наноструктурах.
13. Исследование особенностей применения исполнительных устройств для управления процессами на наноуровне.
14. Исследование процесса гибели микроорганизмов в средах с наночастицами металлов.
15. Исследование кинетики синтеза углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом метана.
16. Разработка программных комплексов для тестирования студентов по методикам анализа качества наноматериалов согласно требованиям государственных стандартов в области наноиндустрии.
17. Моделирование процесса гидродинамики в многофлюидном элементе.
18. Моделирование процесса получения металлсодержащего полимерного нанокompозита на основе метилметакрилата.
19. Анализ и моделирование процесса получения металлсодержащего нанокompозита на основе структуры блок-сополимеров стирола.
20. Исследование процесса получения наночастиц серебра биологическим способом.
21. Моделирование процесса получения пропилена на высокоэффективных нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитах типа MFI.
22. Разработка методики получения медицинских матриц, содержащих агломераты наночастиц гидроксипатита.
23. Исследование процессов получения наноразмерных и субмикронных частиц путём быстрого расширения растворов веществ в сверхкритическом диоксиде углерода.
24. Моделирование процесса дегидратации метанола на нанокатализаторах на основе высококремнистых алюмосиликатных композиций.
25. Изучение структурных и теплофизических характеристик аэрогелей в зависимости от параметров процесса гелеобразования.
26. Исследование и оптимизация процесса приготовления суспензии оксида магния на этиловом спирте с использованием планетарной мельницы PM 100.
27. Разработка информационной базы сенсоров на основе наноструктур золота.
28. Исследование способов управления потоком жидкости в нанофлюидных каналах.
29. Исследование гибридных наноструктурированных материалов на основе биополимерных аэрогелей.
30. Анализ и моделирование процесса получения легких алкенов из метанола на нанокатализаторах на основе модифицированных цеолитов типа ZSM-5.

8.2. Текущий контроль выполнения выпускной квалификационной работы

Текущий контроль выполнения ВКР осуществляется в три этапа и проводится в форме собеседования преподавателя и студента.

На 1-ой контрольной точке преподаватель оценивает выполнение план-графика работы, понимание студентом цели и задач исследования, содержание аналитического обзора научно-технической литературы по теме ВКР.

На 2-ой контрольной точке студент представляет аналитический обзор, результаты экспериментальной научной работы (или технологические расчеты), в случае отставания от графика выполнения работы преподаватель указывает на возможности их ликвидации.

На 3-ей контрольной точке студент представляет практически законченную и оформленную работу и проект презентации. Назначается рецензент, составляется график защит ВКР и работа (или ее часть) передаются на проверку на объём заимствования.

8.3. Итоговый контроль освоения основной образовательной программы

Итоговым контролем освоения образовательной программы является проверка сформированности компетенций выпускника, проводимая на защите ВКР. Особенности защиты ВКР обучающимся, не явившимся на заседание ГЭК, регламентируются Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

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

Критерии для оценки выпускной квалификационной работы

Оценка **«отлично»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

- постановка проблемы во введении соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО, носит комплексный характер и включает в себя обоснование актуальности, научной и практической значимости темы, формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы;
- содержание и структура исследования соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала носит проблемно-аналитический характер, отличается логичностью и смысловой завершенностью;
- промежуточные и итоговые выводы работы соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- соблюдены требования к стилю и оформлению научных работ;
- публичная защита ВКР показала уверенное владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения;
- все текстовые заимствования оформлены достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает все необходимые компоненты постановки проблемы, в том числе формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы. Обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не вполне соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО;
- содержание и структура работы в целом соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала не всегда носит проблемно-аналитический характер;
- промежуточные и итоговые выводы работы в целом соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- соблюдены основные требования к оформлению научных работ;
- публичная защита выпускной квалификационной работы показала достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения;
- текстовые заимствования, как правило, оформлены достоверными ссылками, объем текстовых заимствований в целом соответствует специфике исследовательских задач.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает основные компоненты постановки проблемы, однако в формулировках цели и задач исследования, его объекта и предмета допущены погрешности, обзор использованных источников и литературы носит формальный характер, обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО;
- содержание и структура работы не полностью соответствуют поставленным задачам исследования;
- изложение материала носит описательный характер, список цитируемых источников не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи;
- выводы работы не полностью соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- нарушен ряд основных требований к оформлению научных работ;
- в ходе публичной защиты проявилось неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы;
- значительная часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований лишь отчасти соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение работы не имеет логичной структуры и не выполняет функцию постановки проблемы исследования;
- содержание и структура работы в основном не соответствует теме, цели и задачам исследования;
- работа носит реферативный характер, список цитируемых источников является недостаточным для решения поставленных задач;
- выводы работы не соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- не соблюдены требования к оформлению научных работ;
- в ходе публичной защиты выпускной квалификационной работы проявилось неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию;
- большая часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, текстовые заимствования составляют большой объем работы и преимущественно являются результатом использования нескольких научных и учебных изданий.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- «Российские нанотехнологии», ISSN (печатной версии): 1992-7223, ISSN (онлайновой версии): 1992-4068.
- «Наносистемы: физика, химия, математика», ISSN: 2305-7971.
- «Наноиндустрия», ISSN: 1993-8578.
- «Наноструктуры. Математическая физика и моделирование», ISSN: 2224-8412.
- «Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век», ISSN: 2225-0980.
- «Нанотехнологии: наука и производство», ISSN: 2306-0581.
- «Нанотехника», ISSN: 1816-4409.
- «Nanotechnology», ISSN (Online): 1361-6528, ISSN (Print): 0957-4484.

- «Программные продукты и системы», ISSN (печатной версии): 0236-235X, ISSN (онлайновой версии): 2311-2735.
- «Стандарты и качество», ISSN: 0038-9692.
- «Контроль качества продукции», ISSN: 2541-9900.
- «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика», ISSN: 2073-0004.
- «Химическая технология», ISSN: 1684-5811.
- «Безопасность в техносфере», ISSN: 1998-071X.
- «Интеллектуальные системы в производстве», ISSN (печатной версии): 1813-7911, ISSN (онлайновой версии): 2410-9304.
- «Нано- и микросистемная техника», ISSN: 1813-8586.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- Официальный сайт «РХТУ им. Д.И. Менделеева» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mustr.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Электронная Информационно-Образовательная Среда (ЭИОС) РХТУ им. Д.И. Менделеева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eios.mustr.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Официальный сайт «Центр коллективного пользования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.skr-rf.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями темами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://thesaurus.rusnano.com/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Наномир – интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.miracle-uni.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Нанометр – нанотехнологическое сообщество. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanometer.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
- Официальный сайт «Аэрогели» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aerogel-russia.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Российский Электронный наножурнал. ООО «Парк-медиа». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanojournal.ru> (дата обращения: 25.04.2022).
- Информационный портал RusNanoNet. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru> (дата обращения: 25.04.2022).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет на 01.01.2022 года 1 719 785 экз.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы по направлению 28.04.02 Наноинженерия, магистерская программа «Материалы и технологии наноинженерии».

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу студентов в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также 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 ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень оборудования для обеспечения проведения государственной итоговой аттестации: презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления).

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Кафедра кибернетики химико-технологических процессов располагает компьютерными классами на 15 посадочных мест (ауд. 243а), 16 посадочных мест (ауд. 247), 3 учебно-научными лабораториями: лабораторией современных средств автоматизации, лабораторией математического моделирования и лабораторией гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория). Все лаборатории оснащены необходимыми приборами и аппаратами.

Лаборатория современных средств автоматизации (ауд. 244) оснащена: 1) двухпозиционной системой управления калорифером на базе ТРМ-2, 2) двухпозиционной системой регулирования температуры жидкости в емкости с мешалкой на базе 2ТРМ1 3) трёхпозиционной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости с мешалкой на базе ИРТ5920, 4) переносной трёхпозиционной системой регулирования температуры воздуха на базе ИРТ5920Н, 5) системой непосредственного цифрового управления калорифером с использованием БУСТ, 6) импульсной системой управления калорифером с использованием широтно-импульсной модуляции на базе ТРМ12-РiС, 7) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры на выходе из калорифера на базе ТРМ101, 8) микропроцессорной одноконтурной системой регулирования температуры жидкости в ёмкости на базе ТРМ101, 9) каскадной автоматической системой регулирования уровня на базе контроллера СуVro2, 10) микропроцессорной системой управления объектом периодического действия на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 11) микропроцессорной системой управления калорифером на базе программируемого логического контроллера ПЛК150, 12) микропроцессорной системой управления климатической камерой КК-350 ТХВ на базе программируемого логического контроллера ПЛК150. Каждая установка имеет автоматизированное рабочее место, основу которого составляет ПК с системным блоком, напрямую соединённым через СОМ-порт с базовыми микропроцессорными устройствами. Все 12 ПК объединены в единую лабораторную сеть, имеют необходимое программное обеспечение и доступ в Интернет.

Лаборатория математического моделирования (ауд. 243) оснащена установками теплообмена, ректификации, абсорбции, кристаллизации, фазового равновесия, сушки, химическим реактором, мембранной установкой, аэротенком. Для занятий используются 2 ПК с предустановленным программным обеспечением.

Лаборатория гетерогенного катализа (физико-химическая лаборатория, ауд. 207) оснащена каталитической установкой для проведения химических реакций, насадочной ректификационной установкой Луммарк, газоанализатором ГИАМ-310-02-2-2, газовым

хроматографом 3700 с двумя капиллярными и четырьмя насадочными колонками, ПИД регулятором одноканальным ТРМ-101-СС.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

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

На кафедре КХТП для организации практики имеются в достаточном количестве персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями DVD, USB-портами, принтерами, многофункциональными устройствами и программными средствами; мультимедийное проекционное оборудование; веб-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет; беспроводная точка доступа в локальную сеть и сеть Интернет.

11.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

На кафедре КХТП для реализации практики используются информационно-методические материалы: учебные пособия; методические рекомендации к лабораторным и практическим занятиям; электронные учебные пособия; кафедральные библиотеки электронных изданий; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедр в электронном виде; видеоуроки. Указанные материалы могут использоваться магистрантами для самостоятельной подготовки к проведению эксперимента, обработке экспериментальных данных, компьютерному моделированию. Печатные и электронные материалы, представленные в соответствии с договорами и программами прохождения практик предприятиями и организациями, содержащими описания технологических процессов, оборудования, средств контроля и автоматизации и др.

Обеспеченность современными учебными пособиями, выпущенными преподавателями кафедры КХТП для магистрантов, высокая. Ко всем научным изданиям и учебным пособиям, выпущенным через РИО РХТУ им. Д.И. Менделеева имеется доступ через фонды информационно-библиотечного фонда. Кроме того, большинство дисциплин, преподаваемых на кафедре, имеют развернутую информационно-образовательную и информационно-методическую поддержку, к ресурсам в сети Интернет.

11.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Microsoft Windows 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License, Номер лицензии 62795478	24	Бессрочно
2	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013, Microsoft Open License Номер лицензии 47837477	24	Бессрочно
3	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 17.06.2022 № 37-63ЭА/2022	Не ограничено, лимит проверок 15000	19.05.2023

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований. 1.1 Выполнение научных исследований.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации; – современные информационные технологии для сбора и обработки информации, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования нанообъектов, наносистем и нанопроцессов; – основы естественнонаучных дисциплин, обеспечивающих глубокое понимание процессов и явлений на наноуровне; – приемы защиты интеллектуальной собственности, основы патентования результатов интеллектуальной деятельности. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – ставить цели и формулировать задачи, связанные с организацией профессиональной деятельности и научных исследований, проводить обработку и анализ результатов научных исследований, формулировать выводы и составлять отчеты по результатам проведенных исследований; – приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения, необходимые в профессиональной области, в том числе на иностранном языке; – использовать расчётно-теоретические методы для изучения свойств наноматериалов и наноструктур и процессов с их участием; – использовать универсальное и специализированное программное обеспечение для решения задач моделирования нанопроцессов и наносистем; – разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками планирования и организации научных исследований; – навыками эксплуатации аналитического и испытательного оборудования и приборов; – навыками планирования и проведения эксперимента, анализа экспериментальных результатов; 	<p>Оценка за первое и второе промежуточные представления результатов научных исследований. Оценка на ГИА.</p>

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
	<ul style="list-style-type: none"> – навыками измерения и контроля параметров нанопроцессов и наносистем; – навыками применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования нанообъектов, наносистем и нанопроцессов; – навыками поиска и анализа научно-технической информации в области наноинженерии. 	
<p>Раздел 2. Выполнение и представление результатов научных исследований. 1.2 Подготовка научного доклада и презентации.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – правила и порядок подготовки научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок, требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада; – современные информационные технологии для сбора и обработки информации, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования нанообъектов, наносистем и нанопроцессов. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – ставить цели и формулировать задачи, связанные с организацией профессиональной деятельности и научных исследований, проводить обработку и анализ результатов научных исследований, формулировать выводы и составлять отчеты по результатам проведенных исследований; – приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения, необходимые в профессиональной области, в том числе на иностранном языке; – разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками планирования и проведения эксперимента, анализа экспериментальных результатов; – навыками поиска и анализа научно-технической информации в области наноинженерии; – навыками подготовки данных для составления обзоров, отчетов и научных докладов. 	<p>Оценка за третье промежуточное представление результатов научных исследований. Оценка на ГИА.</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__, протокол № __, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от __.__.20__ № __;

– 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

**«Государственная итоговая аттестация:
выполнение и защита выпускной квалификационной работы»**

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия
Магистерская программа –
«Материалы и технологии наноинженерии»
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»**

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе

_____ С.Н. Филатов

«25» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Профессионально-ориентированный перевод»

Направление подготовки 28.04.02 Наноинженерия

(Код и наименование направления подготовки)

Магистерская программа – «Материалы и технологии наноинженерии»

(Наименование магистерской программы)

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2022 г.
Протокол № 16

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2022

Программа составлена к.фил.н., к.э.н., доцентом кафедры иностранных языков И.А. Кузнецовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры иностранных языков «20» апреля 2022 г., протокол № 9.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **28.04.02 Наноинженерия** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Иностранных языков** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Профессионально-ориентированный перевод»** относится к факультативным дисциплинам учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области иностранного языка и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Иностранный язык».

Цель дисциплины – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

Задачи дисциплины:

- подготовка к профессионально-ориентированному переводу научно-технических специальных текстов путем создания у студентов пассивного и активного запаса лексики, в том числе общенаучной и специальной терминологии, необходимой для перевода научно-технических текстов по выбранной специальности;
- отработка грамматических тем, представляющих сложности при переводе в паре языков русский - английский;
- формирование базовых навыков перевода, на основе рекомендованных в программе учебников и учебных пособий по иностранным языкам для химических вузов.

Дисциплина **«Профессионально-ориентированный перевод»** преподается во 2 семестре (очная форма обучения). Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Коммуникации	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках; УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные; УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.).

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: научно-исследовательский				
<p>– проведение информационного поиска по отдельным объектам исследований применительно к решению поставленных задач;</p> <p>– участие в составе коллектива в выполнении научных исследований, выполнение экспериментов с использованием типовых методик с составлением методик проведенных исследований, проведение испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе</p>	<p>– методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе;</p> <p>– наноматериалы и нанотехнологии для химии, фармацевтики и биотехнологии</p>	<p>ПК-2. Владеет основами фундаментальных знаний естественнонаучных и общеинженерных дисциплин, сопряжённых с областями применения нанотехнологии согласно реализуемому профилю подготовки (химия, биотехнология, фармацевтика), и способен их использовать в профессиональной деятельности.</p>	<p>ПК-2.3 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, биореакторах и аппаратах фармации, методами определения технологических показателей процесса.</p>	<p>Профессиональный стандарт 26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 604н. Обобщенная трудовая функция А:</p> <p>Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов.</p> <p>А/03.6. Подбор технологических параметров процесса для производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами (уровень квалификации – б)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.044 «Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных</p>

				наноструктурированных пленок», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10.07.2014 № 447н. Обобщенная трудовая функция В: Экспериментально-методическое сопровождение научно-технической разработки и испытаний новых полимерных наноструктурированных пленок. В/03.6. Организация контроля качества сырья, основных и вспомогательных материалов и новых полимерных наноструктурированных пленок (уровень квалификации – 6)
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

Уметь:

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

Владеть:

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности,
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,9	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34,0	25,5
Самостоятельная работа	1,1	38,0	28,5
Контактная самостоятельная работа	1,1	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
Виды контроля:	Зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. рабо- та
1.	Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов	24	-	12	-	12
1.1	Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.	12	-	6	-	6
1.2	Техническая терминология: характеристики. Терминология в области информационных систем в цифровой экономике. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.	12	-	6	-	6
2.	Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов	24	-	12	-	12
2.1	Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.	6	-	3	-	3
2.2	Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по теме «Материалы и технологии нанотехнологии».	6	-	3	-	3
2.3	Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Материалы и технологии нанотехнологии».	6	-	3	-	3

2.4	Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.	6	-	3	-	3
3.	Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально -ориентированном переводе	24	-	10	-	14
3.1	Системы автоматизации перевода (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.	12	-	6	-	6
3.2	Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.	12	-	4	-	8
	ИТОГО	72	-	34	-	38

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов

1.1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.

1.2. Техническая терминология: характеристики.

Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.

Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов

2.1. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.

2.2. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.3. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.4. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.

Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально -ориентированном переводе.

3.1. Системы автоматизации перевода. (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.

3.2. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Знать:				
1	– основные способы достижения эквивалентности в переводе;	+	+	+
2	– основные приемы перевода;	+		
3	– языковую норму и основные функции языка как системы;	+	+	
4	– достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;	+	+	+
Уметь:				
5	– применять основные приемы перевода;	+	+	+
6	– осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;	+	+	+
7	– оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;		+	+
8	– осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста		+	+
Владеть:				
9	– методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;		+	+
10	– методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;	+	+	+
11	– основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;		+	+
12	– основной иноязычной терминологией специальности,		+	+
13	– основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.			+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие универсальные компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		

14	– УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.	– УК-4.1 Знает методы и технологии коммуникации для академического и профессионального взаимодействия на государственном и иностранном языках;	+	+	+
		– УК-4.2 Умеет представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;	+	+	+
		– УК-4.3 Владеет интегративными умениями, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных текстов (рефератов, обзоров, статей и т.д.);	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
15	– ПК-2. Владеет основами фундаментальных знаний естественнонаучных и общинженерных дисциплин, сопряжённых с областями применения нанотехнологий согласно реализуемому профилю подготовки (химия, биотехнология, фармацевтика), и способен их использовать в профессиональной деятельности.	– ПК-2.3 Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, биореакторах и аппаратах фармации, методами определения технологических показателей процесса.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Очная форма обучения

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1.	Раздел 1	Практическое занятие 1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность. адекватность, переводимость специальных текстов.	6
2.	Раздел 1	Практическое занятие 2. Техническая терминология: характеристики. Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода. Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.	6
3.	Раздел 2	Практическое занятие 3. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.	3
4.	Раздел 2	Практическое занятие 4. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.	3
5.	Раздел 2	Практическое занятие 5. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.	3
6.	Раздел 2	Практическое занятие 6. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.	3
7.	Раздел 3	Практическое занятие 7. Системы автоматизации перевода (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.	6
8.	Раздел 3	Практическое занятие 8. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.	4

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета* (2 семестр) по дисциплине.

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

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 60 баллов), оценки за реферат (максимальная оценка 10 баллов) и оценки за практическую работу (максимальная оценка 30 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Основы природопользования
2. Экологический мониторинг
3. Техногенные системы и экологический риск
4. Основы промышленной экологии
5. Основные проблемы химии устойчивого развития

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

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

Раздел 1. Контрольная работа № 1.

Примеры заданий к контрольной работе № 1.

Контрольная работа содержит 3 задания:

1 задание: перевод текста с листа – 10 баллов,

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

**3 задание: письменный перевод предложений на видовременные формы английского глагола – 5 баллов,
оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.**

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

Water purification

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

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

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

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

2. Контроль лексики – 50 лексических единиц.

3. Перевод предложений на пройденный лексико-грамматический материал

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

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

They had already completed the experiment when he came.

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

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

A number of scientists have confirmed this suggestion.

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

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

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

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

Раздел 2. Контрольная работа № 2.

Примеры заданий к контрольной работе № 2.

Контрольная работа содержит 5 заданий:

1 задание: Устный перевод текста – 10 баллов,

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

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

оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.

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

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

2. Письменно переведите предложения (без словаря):

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

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

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

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

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

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

We know acids and bases to be extremely useful substance.

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

To understand the nature of this phenomenon was very difficult.

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

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

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

Контрольная работа №3 содержит 3 задания:

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

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

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

оценка за домашнюю работу и работу в аудитории – 10 баллов.

1. Переведите статью и составьте к ней аннотацию:

What Are the Causes of Solid Waste Pollution?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. Письменно переведите предложения (без словаря)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Контроль лексики – 50 лексических единиц

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

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

8.4. Структура и примеры билетов для зачета (2 семестр).

Итоговый контроль по дисциплине не предусмотрен.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Кузнецова Т.И., Воловикова Е.В., Кузнецов И.А. Английский язык для химиков – технологов. Учебное пособие. М. РХТУ, 2017 г. – 400 с.

2. Кузнецова Т.И., Катранов С.Н., Кузнецов И.А., Коваленко Н.Г. Английский язык. Учебное пособие по практике устной речи. РХТУ, Москва, 2015 г. – 78 с.

3. Кузнецова Т.И., Катранов С.Н. Сборник упражнений по основным разделам грамматики английского языка. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, М., 2018 г. – 39 с.

4. Кузнецова Т.И. Английский язык. Методические указания к практическим занятиям по теме: Структура предложения. РИЦ МГГУ им. М.А. Шолохова, М., 2012 г.

5. Кузнецова Т.И. Марченко А.Н. Кузнецов И.А. Английский язык для магистрантов по направлению «Химия» Учебное пособие. М. РХТУ, 2018 г.

6. Кузнецов И.А., Кузнецова Т.И., Дистанционный образовательный электронный курс «Английский язык для профессиональной коммуникации» размещенный в ЭСУО Moodle [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.А. Кузнецов Т.И. Кузнецова — Электрон. дан. — Москва:РХТУ, 2018.

7. Беляева, И.В. Иностраный язык в сфере профессиональной коммуникации: комплексные учебные задания [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Беляева, Е.Ю. Нестеренко, Т.И. Сорогина. — Электрон. дан. — Москва: ФЛИНТА, 2017. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92749>.

Б. Дополнительная литература

1. Кузнецова Т.И. Методические указания по курсу «Английский язык». Грамматические тесты. М.: РХТУ, 2016.

2. М.Г. Рубцова. Чтение и перевод научной и технической литературы: лексико-грамматический справочник. Учебник. 2-е изд. испр. и доп. М.: Астрель: АСТ, 2017.

3. Серебrenникова Э.И., Круглякова И.Е. Учебник английского языка для химико-технологических вузов. Москва. Альянс 2009.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

– Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.

– Презентации к лекциям.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

– <http://www.openet.ru> – Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ;

- <http://window.edu.ru/> – Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»;
- <http://fepo.i-exam.ru> – ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС;
- <https://muctr.ru> – Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Учебные планы и программы;
- <http://www.translators-union.ru> – портал Союз переводчиков России (СПР);
- <http://www.russian-translators.ru> – Национальная лига переводчиков;
- <http://www.internationalwriters.com> – The Translator's Tool Box.

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
1. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив, электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
2. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
3. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
4. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
5. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
6. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.
7. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

8. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

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

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 300).

Аудиозаписи текстов, предусмотренных в программе для чтения и перевода в процессе обучения; компьютерный класс, оргтехника, теле- и аудиоаппаратура (всё – в стандартной комплектации для практических занятий и самостоятельной работы); доступ к сети Интернет.

Аудиторная и самостоятельная работа студентов обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем разделам дисциплины. Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным разделам изучаемой дисциплины, основным практическим и контрольным заданиям для промежуточного и итогового контроля.

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 01.01.2022 составляет 1 719 785 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 «*Профессионально-ориентированный перевод*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

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

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам занятий.

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

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

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

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

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный

		<p>С 26.09.2020 по 25.09.2021</p> <p>Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com</p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.</p>
		<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»</p> <p>Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021</p> <p>Сумма договора – 498445-10</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com</p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	<p>Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.</p>
		<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань»</p> <p>Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021</p> <p>Сумма договора – 283744-98</p> <p>С 26.09.2021 по 25.09.2022</p>	<p>«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.</p>

		<p>Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com</p> <p>Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.</p>	
2	<p>Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)</p>	<p>Принадлежность – собственная РХТУ.</p> <p>Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/</p> <p>Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера</p>	<p>Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.</p>
3	<p>Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»</p>	<p>Принадлежность – сторонняя</p> <p>Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021</p> <p>Сумма договора – 1 309 275-00</p> <p>С 01.01.2022 по 31.12.2022</p> <p>Ссылка на сайт – http://elibrary.ru</p> <p>Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.</p>	<p>Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.</p>

4	Справочно-правовая система «Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
5	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Л-3.1-4377/2022 Сумма договора – 478 304.00 С 16.03.2022 по 15.03.2023 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
6	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Р-3.1-4375/2022 Сумма договора – 258 488 - 00 С 16.03.2022 по 15.03.2023 Ссылка на сайт –	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».

		http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	
7	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ» Договор от 06.04.2022 № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022 Сумма договора – 31 500-00 С 06.04.2022 по 05.04.2023 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
8	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор от 11.04.2022 № 33.03-Л-3.1-4376/2022 Сумма договора – 108 000-00 С 11.04.2022 по 10.04.2023 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

А также всевозможные одноязычные и двуязычные книжные и электронные словари, справочники, программы поиска информации:

- АБВУ Lingvo 12 «Многоязычная версия» – электронные словари;
- Многоязычный электронный словарь «МультиЛекс Делюкс 6»;
- Компьютерная программа Sound Forge (аудио редактор) для воспроизведения, составления и редактирования аудио текстов;
- PROMT Expert 8.0 – система для профессионального перевода документов;
- Средства звукозаписи (предпочтительно – цифровой диктофон или планшетный компьютер) помогают студенту осуществлять самоконтроль в процессе обучения устной речи.

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996.

Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005.

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

Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010.

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

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

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

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

Архив журналов Королевского химического общества (RSC). 1841-2007.

Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
1.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно	Лицензия на операционную систему Microsoft Windows 8.1. ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах.	Нет
2.	Microsoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
3.	Microsoft Office Professional Plus 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none"> • Word • Excel • Power Point • Outlook • OneNote • Access • Publisher • InfoPath 	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, принимающее участие в образовательных процессах.	Нет
4.	O365ProPlusOpen Fclty ShrdSvr ALNG SubsVL OLV E 1Mth Acdmc AP AddOn toOPP Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
5.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса –	Контракт № 90-133ЭА/2021	12 месяцев (ежегодное продление)	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в	Нет

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	Стандартный Russian Edition.	от 07.09.2021	подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)	образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	
6.	O365ProPlusOpen Students ShrdSvr ALNG SubsVL OLV NL 1Mth Acdmc Stdnt STUUseBnft Приложения в составе подписки: Outlook OneDrive Word 365 Excel 365 PowerPoint 365 Microsoft Teams	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	12 месяцев	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)	Да
7.	ABBYY FineReader 10 Professional Edition	Контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10	20 лицензий для активации на рабочих станциях	бессрочная	Лицензия на ПО, не принимающее прямого участия в образовательных процессах (инфраструктурное/вспомогательное ПО)
8.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на программу для ЭВМ) ABBYY Lingvo (многоязычная)	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10, Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10	5 лицензий	бессрочно	Да
9.	Лицензия на программное обеспечение (неисключительные права на	Государственный контракт № 143-164ЭА/2010 от 14.12.10,	5 лицензий	бессрочно	Да

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии	Примечание	Возможность дистанционного использования
	программу для ЭВМ) Promt standard Гигант	Акт № Tr048787, накладная № Tr048787 от 20.12.10			
10.	Антиплагиат. ВУЗ	Контракт от 15.06.2021 № 42-62ЭА/2021	не ограничено, лимит проверок 15000	19.05.2022	Да

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу. Особенности перевода специальных текстов.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные способы достижения эквивалентности в переводе; – основные приемы перевода; – языковую норму и основные функции языка как системы; – достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять основные приемы перевода; – осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях. 	<p>Оценка за контрольную работу №1 (2 семестр)</p>
<p>Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные способы достижения эквивалентности в переводе; – языковую норму и основные функции языка как системы – достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять основные приемы перевода; – осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм; – оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе; – осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением 	<p>Оценка за контрольную работу №2 (2 семестр)</p>

	<p>грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания; – методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях; – основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода; – основной иноязычной терминологией специальности. 	
<p>Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально – ориентированном переводе.</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные способы достижения эквивалентности в переводе; – достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – применять основные приемы перевода; – осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм; – оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе; – осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания; – методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, 	<p>Оценка за контрольную работу №3 (2 семестр)</p> <p>Оценка за реферат (2 семестр)</p> <p>Оценка за практическую работу (2 семестр)</p>

	специальной литературе и компьютерных сетях; – основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода; – основной иноязычной терминологией специальности; – основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.	
--	---	--

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

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

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

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

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

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Профессионально-ориентированный перевод»**

основной образовательной программы

28.04.02 Наноинженерия

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Материалы и технологии наноинженерии»

наименование ООП

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.