

5 АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

5.1 Дисциплины обязательной части

Аннотация рабочей программы дисциплины «Социология и психология профессиональной деятельности»

1 Цель дисциплины – формирование социально ответственной личности, способной осуществлять анализ проблемных ситуаций, вырабатывать конструктивную стратегию действий, организовывать и руководить работой коллектива, в том числе в процессе межкультурного взаимодействия, рефлексировать свое поведение, выстраивать и реализовывать стратегию профессионального развития.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3

Знать:

- сущность проблем организации и самоорганизации личности, поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности;
- методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе;
- конфликтологические аспекты управления в организации;
- методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.

Уметь:

- планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;
- анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;
- устанавливать с коллегами отношения на конструктивном уровне общения;
- вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.

Владеть:

- социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;
- теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов;
- способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;
- способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Общество и личность: новые условия и факторы профессионального развития личности

- 1.1 Современное общество в условиях глобализации и информатизации. Основные этапы развития психологии
- 1.2 Общее понятие о личности.
- 1.3 Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.
- 1.4 Когнитивные процессы личности.
- 1.5 Функциональные состояния человека в труде. Стресс и его профилактика.
- 1.6 Психология профессиональной деятельности.

Раздел 2. Познавательные процессы

- 2.1 Основные этапы развития субъекта труда.

- 2.2 Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом.
 2.3 Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности.
 2.4 **Профессиональная коммуникация.**
 2.5 **Психология конфликта.**
 2.6 **Трудовой коллектив. Психология совместного труда.**
 2.7 **Психология управления.**
 Общее количество разделов 2.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34,0	25,5
Лекции	0,47	17,0	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17,0	12,75
Самостоятельная работа	1,06	38,0	28,5
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,8	28,35
Вид контроля:	Зачет		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий»

1 Цель дисциплины – получение системы научных знаний в области современных проблем науки, техники и технологий с применением методологии комплексной оценки и анализа основных рисков при внедрении инновационных решений и технологий в системе национальной экономики с использованием инструментов эффективного управления

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:
 УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3

Знать:

- теоретические особенности и действующую практику в области оценки экономической эффективности и рисков принимаемых решений в области профессиональной деятельности;
- методы расчета экономической эффективности инновационных решений и технологий;
- содержание способы и инструменты анализа и управления рисками;

Уметь:

- проводить анализ научной, технической документации, осуществлять оценку эффективности и рисков в области инновационных видов деятельности;
- оценивать последствия принимаемых решений по рискам и эффективности в области профессиональной деятельности.

Владеть:

- подходами к разработке комплекса мероприятий по уменьшению влияния рисков и повышению экономической эффективности при реализации инноваций;
- методами и инструментами альтернативных технологических и экономических решений при внедрении инновационных решений и технологий;
- инструментами прогнозирования экономических последствий принимаемых решений;

3 Краткое содержание дисциплины. Раздел 1. Введение в основы проектирования систем управления рисками

Тема 1.1. Неопределенность и риск: общие понятия. Общее понятие о неопределенности и рисках. Множественность сценариев реализации инвестиций. Понятия об эффективности и

устойчивости проектных решений в условиях неопределенности. Формирование организационно-экономического механизма реализации инновационных решений с учетом факторов неопределенности и риска. Основные системы управления риском. Укрупненная оценка устойчивости, на примере инвестиционного проекта. Премия за риск. Кумулятивный метод оценки премии за риск. Модель оценки капитальных активов (CAPM). Управление по MRP-системе и др. Современные методы ведения научной, предпринимательской деятельности, инновационные процессы, происходящие в национальной экономике. Методы оценки и технико-экономического обоснования инновационных и инвестиционных проектов для формирования навыков управления в научной сфере деятельности. Методы комплексного анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и научно-практических задач в области техники и технологий.

Тема 1.2. Системные аспекты проектирования в управлении рисками. Необходимость проектирования систем управления рисками хозяйствующих субъектов в условиях рыночной экономики. Этапы системного анализа и их характеристика. Методы системного анализа. Параметры системы: параметры среды, параметры управляющих воздействий, параметры внутреннего состояния системы, неуправляемые переменные. Границы и структура системы, подсистемы. Открытые, закрытые, относительно обособленные системы. Типы функционирования экономической системы: стихийный, нормативный. Характеристика состояния системы.

Тема 1.3. Характеристика инструментов проектирования в управлении рисками. Проектирование как вид деятельности. Проектирование в условиях неопределенности. Стратегическая роль «инструментального ящика» в проектировании систем управления. Жизненный цикл инвестиционного проекта. Стратегии процессов управления проектами и наборов инструментов, поддерживающих конкурентные стратегии. Влияние личностных факторов на проектирование систем управления рисками. Личностные факторы, влияющие на степень риска при принятии управленческих решений Психологические проблемы поведения личности. Отношение личности к риску. Интуиция и риск. Теория рационального поведения. Конфликтные ситуации при проектировании систем управления рисками. Принятие решения в условиях риска.

Раздел 2. Система управления риском в условиях неопределенности рынка

Тема 2.1. Интегрированная модель идентификации событий и управления рисками COSO–ERM. Стандарт COSO–ERM. Цели системы менеджмента организации. Базовые принципы COSO–ERM. Сущность управления рисками COSO–ERM. Система управления рисками хозяйствующих субъектов. Компоненты процесса управления рисками: внутренняя среда, постановка целей, определение критериев, идентификация событий, оценка рисков, виды рисков, реагирование на риск, средства контроля, информация и коммуникация, мониторинг. Влияние событий и факторов на риски и возможности Методология идентификации событий: реестр событий, внутренний анализ, эскалация или пороговые триггеры, интервью и семинары-техники идентификации событий, предшественники событий, методологии обработки данных о разрушительных событиях, анализ выполнения процесса, зависимости между событиями, категории событий, различение рисков и возможностей. Эффективность и ограничения модели COSO–ERM.

Тема 2.2. Оценка эффективности систем управления риском. Общие подходы к оценке эффективности методов управления риском. Экономические критерии оценки эффективности управления риском. Составление карты рисков. Анализ экономической эффективности проекта. Применение методов дисконтирования для оценки экономической эффективности проекта. Учет страновых рисков при оценке инвестиционных проектов. Оценка экономической эффективности страхования и самострахования рисков. Финансирование риска и анализ эффективности методов управления. Методика анализа и результаты анализа эффективности систем управления рисками.

Тема 2.3. Расчеты ожидаемой эффективности инвестиций. Инвестиции и инвестиционная деятельность. Инвестиции: экономическое содержание и виды. Структура инвестиций. Факторы, оказывающие влияние на инвестиционную деятельность. Теоретические основы инвестиционного анализа. Цель и задачи инвестиционного анализа. Объекты и субъекты инвестиционного анализа. Информационная база инвестиционного анализа. Компьютерные технологии в инвестиционном анализе. Укрупненная оценка устойчивости для его участников. Расчет границ безубыточности и эффективности. Оценка устойчивости путем варьирования его параметров. Оценка эффективности принятия решения в условиях неопределенности. Вероятностная (стохастика), субъективные вероятности и их

использование при оценке эффективности и интервальная неопределенность. Формула Гурвица. Методы и инструменты управления ресурсами.

Раздел 3. Управление риском

Тема 3.1. Оптимизация и рациональный подход в управлении риском. Задачи оптимизации и общие принципы управленческих решений. Учет вложений собственных ресурсов. Методы альтернативных решений, альтернативных издержек, единовременные и текущие альтернативные издержки. Альтернативная стоимость ресурса. Альтернативные издержки в условиях риска и др. Показатели, оцениваемые при расчете эффективности принятия решений. Составление реестра причинно-следственных связей проявления рисков. Количественная оценка рисков. Профильные риски. Основные направления нейтрализации рисков профессиональной деятельности.

Тема 3.2. Общие и нетрадиционные подходы к оценке инновационных рисков. Современная и будущая стоимости денежного потока. Теоретические основы дисконтирования в условиях неопределенности. Особенности оценки риска инвестиций в условиях современной российской экономики. Оценка финансовой реализуемости управленческих решений и эффективности участия в нем акционерного капитала. Различные аспекты влияния фактора времени. Последовательность проявления рисков. Инструменты оценки коммерческой привлекательности инвестиционного проекта, коммерциализации инноваций, специфика научного, инновационного предпринимательства. Общие подходы к оценке эффективности методов управления риском. Экономические критерии оценки эффективности управления риском. Составление карты рисков. Анализ экономической эффективности управленческих решений на примере инвестиционного проекта. Применение методов дисконтирования для оценки экономической эффективности проекта. Учет страновых рисков при оценке инвестиционных проектов. Оценка экономической эффективности страхования и самострахования рисков. Финансирование риска и анализ эффективности методов управления. Методика и результаты анализа эффективности системы управления рисками.

Тема 3.3. Расчет показателей эффективности инвестиционного проекта. Предварительная аналитическая оценка проекта. Упрощенный пример оценки эффективности и финансовой реализуемости проекта. Обычная методика. Уточненная методика. Определение ЧДД. Определение ВИД. Определение срока окупаемости от начала проекта. Определение финансовой реализуемости проекта и эффективности акционерного капитала. Исходные данные. Макро- и микроэкономическое окружение. Инструменты целеполагания в системе рисков. Основные сведения об операционной деятельности. Инновационная и инвестиционная деятельность. Методология оценки рисков научной и профессиональной деятельности в условиях неопределенности. Расчет рисков. Результаты расчетов. Оценка и анализ экономической эффективности, условия и последствия принимаемых организационных, экономических и управленческих решений в области профессиональной деятельности.

4 Объем учебной дисциплины

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	-	-	
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
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:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Деловой иностранный язык»

1 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.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3.

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 Краткое содержание 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».

4 Объем учебной дисциплины

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
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа	1,06	38	28,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,06	38	28,5
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Дополнительные главы математики»

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

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3.

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. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Элементы теории множеств и алгебраические структуры.

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.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	38,25
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	0,98	35	26,25
Самостоятельная работа	1,58	57	42,75
Контактная самостоятельная работа	1,58	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		56,6	42,45
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Теоретические основы нанотехнологий»

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

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3.

Знать:

- основные определения и классификации, используемые в нанотехнологии;
- 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 нанотехнологии;
- 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 нанотехнологии.

Владеть:

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

3 Краткое содержание 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 нанообъектов. 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 нанообъектов 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.

4 Объем учебной дисциплины

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		

5.2 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (обязательные вариативные дисциплины)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Квантовая химия»

1 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.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.2; ПК-4.2.

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 систем и полимеров.

Владеть:

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

3 Краткое содержание 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. 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.

3.1. Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия.

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.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
Лекции	0,47	17	12,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	3,06	110	82,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,06	110	82,5
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Информационные технологии в НИОКР»

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

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-4.2; УК-4.3; ПК-2.2; ПК-2.3.

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 полученной данных и использования их в своей профессиональной деятельности.

3 Краткое содержание 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, ВИНТИ, 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, WILLEY&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.

4 Объем учебной дисциплины

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	12,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,47	17	12,5
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		

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Моделирование технологических и природных систем»**

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

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

Компетенции

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; ПК-1.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

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 Краткое содержание дисциплины

Введение.

Причины использования моделей. Виды моделирования. Классификация моделей. Формы представления моделей. Виды моделирования. Структура курса. Учебная и ознакомительная литература.

Раздел 1. Термодинамические основы моделирования технологических и природных систем.

Математический аппарат термодинамических систем. Метод термодинамических функций состояния. Характеристические функции. Обратимый и необратимый процесс. Принцип действия тепловой и холодильной машины. Понятие энергии. Начала термодинамики.

Раздел 2. Моделирование неоднородных систем.

Экстенсивные и интенсивные параметры неоднородности. Закон сохранения и превращения энергии для неоднородных систем. Парциальные энергии для неоднородных систем. Энергоперенос и энергопревращение в однородной и неоднородной системе. Инергия и анергия как меры упорядоченной и неупорядоченной энергии.

Раздел 3. Основные положения теории скалярных и векторных полей.

Понятие скалярного поля. Основные характеристики скалярного поля. Поверхность уровня скалярного поля. Производная по направлению и градиент скалярного поля. Понятие векторного поля. Векторные линии векторного поля. Поток вектора векторного поля. Дивергенция векторного

поля. Теорема Остроградского - Гаусса. Циркуляция векторного поля. Ротор векторного поля. Теорема Стокса. Потенциальное и соленоидальное векторное поле.

Раздел 4. Принципы моделирования произвольных форм движения.

Обобщение термодинамики на нетепловые формы движения. Понятие термодинамических сил и потоков. Структура фундаментального уравнения термодинамики неоднородных систем. Введение времени в закон сохранения энергии. Полевая и термодинамическая форма закона сохранения энергии. Аналитические выражения для упорядоченных и неупорядоченных работ. Единство процессов переноса и преобразования энергии. Критерии подобия процессов преобразования энергии.

4 Объем учебной дисциплины

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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Хеометрика наносистем»

1 Цель дисциплины – овладение магистрантами структурными методами и алгоритмами обработки больших массивов экспериментальных данных, в том числе многомерного статистического анализа, оптимизации аналитической информации в области нанотехнологий для химической, химико-фармацевтической и биотехнологических отраслей промышленности и медицины.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.3; ПК-2.2; ПК-4.3; ПК-5.2.

Знать:

- предмет и методы хеометрики;
- основы теории и методы измерений;
- методы обнаружения и обработки сигналов;
- смысл операции градуирования и применяемые методы;
- основные свойства корреляционной матрицы, структурные методы регрессионного анализа;
- назначение стохастического факторного анализа, устойчивость статистического оценивания;
- методы разложения сложных сигналов на простые;
- методы распознавания образов, кластерного анализа.

Уметь:

- интерпретировать результаты измерений, оценивать их погрешность, формировать матрицы данных;
- выполнять статистическую обработку информации;
- выбирать адекватный метод градуирования и применять калибровочные кривые в химическом анализе;
- разрабатывать и практически применять алгоритмы обработки информации;
- разрабатывать и практически применять алгоритмы различных вариантов факторного анализа;
- определять сложность сигналов и выполнять их разрешение;
- разрабатывать и применять алгоритмы автоматической классификации.

Владеть:

– методами эксплуатации современного информационного оборудования для обработки многомерных (многомерных) данных;

– практикой применения пакетов прикладных программ по изученной дисциплине.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение.

Предмет и методы хемометрики наносистем в рамках методов, рекомендуемых ГОСТ Р 55723-2013/ISO/TS 12805:2011 «Нанотехнологии. Руководство по определению характеристик промышленных нанообъектов». Цели и задачи курса.

Раздел 1. Обнаружение и обработка сигналов. Проекционные методы анализа данных.

1.1. Обнаружение аналитических сигналов.

Связь аналитического сигнала с измеряемой физической характеристикой нанообъектов. Обнаружение сигналов аналита и фона. Предел обнаружения. Точечное и интервальное оценивание предела обнаружения сигнала. Проверка гипотез об отличии сигнала аппарата от сигнала фона. Определение погрешности обнаружения сигнала аналита по неравенству Чебышева. Непараметрические критерии. Критерий Вилкоксона.

1.2. Обработка сигналов.

Регрессионный анализ как основной метод обработки сигналов. Методы наименьших квадратов и максимального правдоподобия. Методы увеличения отношения «сигнал/шум»: фильтрация и модуляция сигналов. Спектральный анализ: быстрое преобразование Фурье, преобразование Адамара.

1.3. Проекционные методы анализа данных: МГК и МПЛС.

Изучение проекционных методов анализа: метод главных компонент (МГК) и метод проекции на латентные структуры (МПЛС). Матрицы счетов, нагрузок и остатков. Требования к матрице исходных данных. Алгоритм МГК и МПЛС. Анализ результатов, полученных проекционными методами.

Раздел 2. Градуирование (калибровка).

2.1. Постановка задачи градуирования и подготовка данных.

Постановка задачи градуировки при определении характеристик промышленных нанообъектов. Линейная и нелинейная градуировка. Калибровка и проверка, критерии оценки качества калибровки. Неопределенность, точность и воспроизводимость. Проблемы недооценки и переоценки. Проблема с мультиколлинеарностью при многомерной калибровке. Требования к анализируемому данным.

2.2. Классическая калибровка.

Калибровка по одному каналу (однофакторная). Метод Фирордта на примере анализа спектров. Непрямая калибровка.

2.3. Обратная калибровка.

Метод множественной линейной регрессии. Метод пошаговой калибровки как способ снижения переоценки.

2.4. Калибровка на латентных переменных.

Применение проекционных методов, как инструмента градуирования. Определение эффективной размерности многомерных данных. Анализ взаимоотношений образцов, содержащих нанообъекты. Исследование роли переменных. Регрессия на латентных переменных и ее практическое применение. Регрессия на главные компоненты.

Раздел 3. Классификация.

3.1. Постановка задачи классификации и подготовка данных.

Постановка задачи классификации: обучение с учителем и без. Ошибка классификации. Рост сложности задачи с ростом числа переменных. Подготовка данных.

3.2. Классификация с учителем.

Методы классификации с учителем: линейный дискриминантный анализ, квадратичный дискриминантный анализ, метод PLS дискриминации, формальное независимое моделирование аналогий классов, метод k ближайших соседей.

3.3. Классификация без учителя.

Применение метода главных компонент для классификации образцов. Кластеризация с помощью K-средних.

Раздел 4. Разрешение многомерных кривых.

4.1. Постановка задачи, условия разрешимости, особенности хроматографических и кинетических типов данных.

Постановка задачи разрешения многомерных кривых. Проблема неоднозначности решения и условия разрешимости. Особенности данных различного типа. Применение метода главных компонент для оценки числа химических компонентов для поиска решения задачи разрешения кривых и для создания основы для факторного анализа.

4.2. Факторный анализ.

Шкалирующие и вращающие преобразования. Прокрустов анализ. Эволюционный факторный анализ. Оконный факторный анализ.

4.3. Итерационные методы.

Итерационный целевой факторный анализ. Метод чередующихся наименьших квадратов. Кинетическое моделирование спектральных данных.

4 Объем учебной дисциплины

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	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		75,6	56,7
Вид итогового контроля:	Зачёт с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Методы оптимизации химико-технологических и нанотехнологических систем»

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

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

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 Краткое содержание 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.

4 Объем учебной дисциплины

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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Молекулярная биофизика и бионанотехнологии»

1 Цель дисциплины – изучение студентами основных положений и концепций молекулярной биофизики, учитывая атомный состав живых организмов, специфические особенности биомолекулярных систем и биомолекулярной механики, ознакомление с основными принципами и механизмами ферментативного катализа; рассмотрение основных концепций и направлений развития

бионанотехнологий, включая структурные и функциональные принципы бионанотехнологий; ознакомление с основными подходами к молекулярному моделированию.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

Знать:

- основные положения и концепции молекулярной биофизики, основные концепции и направления развития бионанотехнологии;
- специфические особенности биомолекулярных систем и биомолекулярной механики;
- основные группы биологических соединений (аминокислоты, белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды);
- основные пакеты программ, используемые для молекулярного моделирования.

Уметь:

- анализировать физические взаимодействия в биосистемах, учитывая особенности ковалентных и нековалентных взаимодействий;
- анализировать структуру биомолекул на основе структурных и функциональных принципов бионанотехнологии.

Владеть:

- основными принципами и подходами для проведения расчетов по ферментативной кинетике;
- основными подходами для расчета трансмембранного транспорта.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение.

Основные понятия и определения. Особенности и различия бионанотехнологии и нанобиотехнологии. Нанобиотехнология в биотехнологии. Размеры биологических наноструктур.

Раздел 1. Основы и особенности молекулярной биофизики биосистем.

1.1. Основные положения и концепции субклеточной и молекулярной биофизики. Общие положения биофизики белков и нуклеиновых кислот. Базовые представления биофизики сложных систем и биоэнергетики. Общие положения физиологической и анатомической биофизики. Основные концепции биофизики среды обитания.

1.2. Основы цитологии. Специфика живой материи. Клетка. Клеточная теория. Атомный состав живых организмов. Специфические особенности биомолекулярных систем. Специфика биомолекулярной механики. Принципы молекулярного узнавания Крейна. Энергетическое сопряжение. Физические взаимодействия в биосистемах. Особенности ковалентных связей в биомолекулах. Особенности нековалентных взаимодействий. Комбинаторный характер молекулярного разнообразия.

Раздел 2. Основные группы биологических соединений.

2.1. Основные группы биологических соединений. Аминокислоты. Классификация. Специальные аминокислоты. Белки. Иерархия белковых структур. Нуклеиновые кислоты. Структура нуклеиновых кислот. Углеводы. Классификация и структуры.

2.2. Пространственная организация биополимеров. Белковая глобула. Фолдинг белка. Фазовые переходы в белках.

2.3. Строение биомембран. Самосборка липидных структур. Межмолекулярные взаимодействия в биомембранах. Фазовые переходы липидов в биомембранах.

Раздел 3. Биотермодинамика и ферментативная кинетика.

3.1. Основы биотермодинамики.

Внутренняя энергия и степени свободы. Закон Больцмана. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Энтропия. Второе начало термодинамики. Статистическое определение энтропии.

3.2. Ферментативный биокатализ.

Основные положения ферментативного биокатализа. Специфика биокатализаторов. Классификация ферментов. Специфика ферментативных реакций. Фермент-субстратный комплекс. Механизмы ферментативного катализа. Примеры ферментативных процессов. Механизмы и

кинетика ферментативных реакций. Стационарная кинетика Михаэлиса-Ментена. Регуляция скоростей ферментативных реакций.

3.3. Пассивный и активный трансмембранный транспорт.

Классификация видов пассивного транспорта. Уравнение Теорелла. Уравнение Нернста-Планка. Закон Фика. Пассивная (простая) диффузия через мембрану. Проницаемость фосфолипидной мембраны для различных молекул. Сравнение. Диффузия полярных молекул воды через мембрану. Транспорт через мембрану с помощью белков-транспортёров. Облегченная диффузия. Отличия облегченной диффузии от пассивной. Трансмембранный транспорт глюкозы. Пores в липидном бислое. Активный транспорт. Энергетические потенциалы биомембран. Мембранный потенциал. Потенциалы покоя. АТФ насосы. Уравнение Гольдмана. Уравнение Томаса.

Раздел 4. Бионанотехнологии. Основные концепции и направления развития.

4.1. Эволюционный и инженерный подход к созданию бионаномашин. Структурные принципы бионанотехнологии. Структура и стабильность биомолекул. Самоассемблирование и самоорганизация. Функциональные принципы бионанотехнологии. Информационно-управляемое ассемблирование бионаномашин. Примеры бионаномашин. Рибосома как информационно-управляемый наноассемблер. Особенности и принципы химических нанотрансформаций в биосистемах. Биосенсоры.

4.2. Основные аналитические методы и оборудование в бионанотехнологии.

4.3. Моделирование макромолекул. Предсказание структуры и функций макромолекул. Элементы биоинформатики.

Заключение.

Обобщение пройденного материала; рассматривается как полученные знания могут быть применены при проведении научных исследований в области использования молекулярной биофизики и бионанотехнологий. Подведение итогов курса.

4 Объем учебной дисциплины

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	0,22	8	6
Лекции	0,94	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы нелинейной динамики в нанопроцессах»

1 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.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.2.

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 Краткое содержание 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 Рёслера. Эволюция в системе Рёслера. Аттрактор Рёслера. 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.

4 Объем учебной дисциплины

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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Наносистемы и технологии в микро- и наноэлектронике»

1 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 характеристики и параметров устройств; ознакомление с процессами изготовления интегральных схем (ИС) и основными подготовительными операциями: фотолитография, эпитаксия, термическое оксидирование, ионная имплантация, металлизация.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1; ПК-5.3.

Знать:

- классификацию наноматериалов и их использование в микро- и наноэлектронике;
- 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 наноэлектроники.

Уметь:

- выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач наноинженерии;
- 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 Гамма и Шокли вследствие нарушения периодичности кристаллической решетки и внутреннего электрического поля в кристалле;
- применять модели наноэлектронных 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 наноэлектроники;
- методами построения оптимальной стратегии проведения исследований при решении задач нанотехнологии;
- методами теоретического анализа физических процессов наноэлектроники;
- 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 Краткое содержание дисциплины

Введение.

Основные определения микро- и наноэлектроники. 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 наноэлектронике.

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 наноэлектронике.

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 p-n-переходом. Выпрямляющие нанодиоды на основе углеродных нанотрубок.

6.1. 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.

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 p-n-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 p-n-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.

4 Объем учебной дисциплины

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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Планирование и организация проведения эксперимента»

1 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.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1.

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 наноинженерии.

Уметь:

– выбирать оптимальную стратегию проведения экспериментальных исследований при решении задач наноинженерии;

– осуществлять построение моделей нанопроцессов и наносистем и моделей экспериментального оборудования для реализации нанопроцессов;

- оценивать параметры линейно- и нелинейно параметризованных одно- и многооткликковых 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 многооткликковых 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 Краткое содержание дисциплины

Введение. Классификация научных и научно-технических задач нанотехнологии. Общие подходы к их решению.

Задачи курса и его роль при моделировании нанопроцессов и наносистем. Общие подходы к решению проблемы установления механизма изучаемых нанопроцессов и 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 конъюнктивного 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. Однооткликowych модели. Байесовские процедуры уточнения их параметров. Построение последовательных планов эксперимента.

5.3. Многооткликowych 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 наночестрами, каталитического реактора.

7.1. Классификация идентифицируемых моделей структуры потоков в реакторе, моделей зерна катализатора с наночестрами, 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 многоотчетливых 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 нанотехнологии.

4 Объем учебной дисциплины

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		

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Основы создания нанобъектов и наноструктурированных материалов»**

1 Цель дисциплины – формирование у студентов представления об основах создания нанобъектов и наноструктурированных материалов, с учетом термодинамических явлений, возникающих на границе раздела фаз, методов и способов стабилизации коллоидных систем, явлений самоорганизации, диффузии и агрегации нанобъектов в коллоидных системах. Отдельно студенты знакомятся с математическими законами, описывающими процессы зарождения и роста нанобъектов, формирования и стабилизации самоорганизующихся систем, поведение коллоидов.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

Знать:

- термодинамические основы синтеза нанобъектов, наноструктурированных коллоидных систем и нанокompозитов;
- влияние размера нанобъектов и нанофазы на их свойства;
- принципы и методы стабилизации коллоидных наносистем и наноструктурированных жидкостей;
- коллоидные основы синтеза нанобъектов;
- понятие и классификацию поверхностно-активных веществ, принципы явления самоорганизации нанобъектов и их применения для синтеза наноструктурированных материалов;
- основы поведения коллоидных систем;
- особенности диффузии и агрегации нанобъектов в коллоидных системах.

Уметь:

- выбирать методы синтеза нанобъектов и наноструктурированных материалов в зависимости от требуемых задач;
- регулировать свойства наноматериалов с учетом термодинамических законов;
- математически описывать явления, протекающие на микроуровне при синтезе нанобъектов и наноструктурированных материалов;
- выбирать методы стабилизации коллоидных систем и наноструктурированных жидкостей.

Владеть:

- понятийным аппаратом и основами термодинамики для описания явлений на границе раздела фаз;
- математическим аппаратом, применяемым для описания в наносистемах явлений зарождения, роста, агрегации, агломерации, а также стабилизации таких систем.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Термодинамические явления на границе раздела фаз.

В рамках данного раздела рассматриваются термодинамические основы явлений, возникающих на границе раздела основной и нанофазы, зависимости между размерами нанобъектов и их свойствами, зародышеобразование и рост кристалла, энергия Гиббса для капиллярных систем, основы статической термодинамики.

Раздел 2. Стабилизация дисперсных систем, наноструктурированные жидкости.

В рамках данного раздела рассматриваются основы коллоидной химии, в том числе теорию ДЛВО и основы стабилизации коллоидных систем ПАВ-ми. Изучаются такие методы стабилизации наночастиц, как покрытие их лигандами, включая фосфолипиды и ПАВ, химическая модификация поверхности. Дополнительно рассматриваются методы измерения и оценки степени агрегации нанобъектов.

Раздел 3. Синтез наноразмерных объектов.

В рамках данного раздела обучаемые знакомятся с методами получения наночастиц. Подробно рассматриваются явления зародышеобразования, роста, включая их математическое описание. Также рассмотрены способы контроля формы получаемых нанобъектов: нанокристаллов и наночастиц.

Раздел 4. Поверхностно-активные вещества, явления самоорганизации и применение ПАВ для получения наноструктурированных материалов.

В рамках данного раздела обучаемые знакомятся с видами ПАВ, стабилизаторов и блочных со-полимеров, используемых при синтезе нанобъектов. Рассматриваются явления адсорбции и самоорганизации на границе раздела фаз, методы стабилизации наноэмульсий, нанопен, и твердых нанодисперсий.

Раздел 5. Поведение коллоидных систем.

В данном разделе обучаемые знакомятся с поведением коллоидных систем, коллоидных и жидких кристаллов, поведением двойных и тройных систем, включающих ПАВ или амфифильные блочные со-полимеры. Отдельно рассматривается поведение фаз в микроэмульсиях.

Раздел 6. Явления диффузии и агрегации нанобъектов в коллоидных системах.

В данном разделе рассматриваются термодинамические основы явлений диффузии и агрегации, различные способы оценки коэффициента диффузии в наносистемах.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,36	85	63,75
в том числе в форме практической подготовки	0,75	27	20,25
Лекции	0,48	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,39	14	10,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,36	13	9,75
Самостоятельная работа	2,64	95	71,25
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,64	95	71,25
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Бифуркационный анализ химических систем»

1 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.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.3; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-4.2; ПК-5.3.

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 Краткое содержание 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 CO 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.

4 Объем учебной дисциплины

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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Оптические явления в наноструктурах»

1 Цель дисциплины – изучение оптических явлений в наноматериалах и наноструктурах.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.2; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1.

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 Краткое содержание 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. Вида 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.

4 Объем учебной дисциплины

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		

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Полимерные наноструктуры и их применения»**

1 Цель дисциплины – изучение основных закономерностей в полимерных наноструктурах и методов их практического применения.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.2; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1.

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 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Общие сведения о нано-структурированных полимерных материалах.

1.1. Полимерные наноструктуры и нанокомпозиты. Формирование полимерных наноструктур.

1.2. Классификация полимерных наноматериалов, их основные свойства и области применения.

Раздел 2. Методы получения и структура наноразмерных частиц (НРЧ) в полимерах.

2.1. Механические и физические методы получения НРЧ в полимерных структурах.

2.2. Химические методы получения полимерных наноструктур.

Раздел 3. Моделирование процессов получения полимерных наноструктур.

3.1. Методы математического описания процессов формирования полимерных наноструктур.

3.2. Компьютерное моделирование полимерных наносистем методами молекулярной динамики и Монте-Карло.

4 Объем учебной дисциплины

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		

5.3 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Инженерное творчество в нанотехнологиях»

1 Цель дисциплины – целенаправленно подготовить магистранта к творческой деятельности, к генерированию новых нестандартных идей; сформировать у магистранта системное творческое инженерное мышление; развить способность генерировать новые высокоэффективные нестандартные технические решения и их успешно воплощать в виде изобретений и патентов при создании новых технологий, материалов, процессов и аппаратов, включая материалы и процессы нанотехнологии.

2 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:

- 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 Краткое содержание 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.

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 и нанотехнологии. 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.

4 Объем учебной дисциплины

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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Экспертные системы в химической технологии и нанотехнологии»

1 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.

2 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 Краткое содержание 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.

4 Объем учебной дисциплины

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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Программирование на языке Java»

1 Цель дисциплины – усвоение навыков использования языка Java, усвоение и закрепление основных приемов, методов и принципов работы при создании кроссплатформенных программ.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.2; ПК-2.2.

Знать:

- особенности используемых в настоящее время стандартов языка Java;
- принципы эргономики, средства разработки эргономичных графических пользовательских интерфейсов.

Уметь:

- определять и выработать требования к интерфейсу программного продукта;
- писать программы с консольным и графическим интерфейсом;
- пользоваться встроенными в стандарт библиотеками.

Владеть:

- методами проектирования и оценки эргономичности графических пользовательских интерфейсов;
- основными приемами программирования с использованием языка Java;
- приемами оптимизации программного кода;
- основными приемами тестирования кода на Java.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основные конструкции языка Java..

1.1. Синтаксис языка Java, основные операторы.

История языка Java. Установка jdk и среды разработки (IntelliJ IDEA). Синтаксис языка Java. Программные блоки и комментарии. Переменные, типы данных. Явное и неявное приведение типов. Условные операторы и операторы цикла. Строки, парсинг строк, классы String и StringBuilder. Массивы, цикл foreach.

1.2 Структура классов Java.

Класс и объект класса. Поля и методы класса. Ключевое слово this. Организация памяти: стек и куча. Конструкторы. Перегруженные методы и конструкторы. Методы с переменным числом аргументов (varargs). Статические поля и методы. Garbage Collector. Инкапсуляция при разработке классов Java.

1.3 Наследование и полиморфизм в языке Java.

Основные принципы наследования в Java. Конструкторы и наследование. Ключевое слово super. Класс Object. Переопределение методов. Построение POJO. Использование полиморфных ссылок. Полиморфные аргументы. Предотвращение наследования. Модификаторы доступа, ключевое слово final. Сравнение композиции и наследования (отношения «IS-A», «HAS-A»).

1.4 Тестирование приложений, библиотека JUnit.

Структура Maven-проекта, подключение зависимостей, этапы жизненного цикла. Основные принципы тестирования JUnit. Основные методы класса Assert. Аннотации @Test, @Before, @BeforeClass, @After, @AfterClass, @Ignore. Тестирование методов на предмет выброса исключений. Параметризованные классы тестов.

Раздел 2. Дженирики, основные приёмы работы с коллекциями.

2.1 Обобщённые типы в Java.

Обобщённые типы (дженирики) как способ создания классов в Java. Создание объектов в рамках обобщённого типа. Понятие wildcard, upper bounded wildcard, lower bounded wildcard. Обобщённые методы и интерфейсы. Ограничения по работе с обобщёнными типами.

2.2 Интерфейсы.

Абстрактные методы, классы. Интерфейсы, виды методов интерфейса. Функциональные интерфейсы, лямбда-выражения. Понятие эффективно-финальной переменной. Предопределённые функциональные интерфейсы.

2.3 Коллекции в Java.

Создание коллекций с использованием обобщённых типов. Структура Java Collection Framework. Интерфейсы List, Set, Queue, Deque, Map и их реализации. Принцип работы HashSet, HashMap. Сортированные отображения и множества. Интерфейсы Iterator, Comparable, Comparator. Класс Collections для выполнения основных операций над коллекциями. Методы Stream API для работы с коллекциями. Конвейерные и терминальные методы. Коллекторы. Тип Optional<T>.

2.4 Шаблоны проектирования.

Обзор наиболее часто используемых шаблонов в Java. Создание уникальных объектов с помощью шаблона Одиночка. Шаблоны Стратегия, Обозреватель, Декоратор. Обзор шаблона Модель – Представление – Контроллер (MVC).

2.5 Обработка исключений в Java.

Иерархия исключений в Java, проверяемые и непроверяемые исключения. Конструкция try-catch-finally, ключевые слова throw, throws. Создание пользовательских классов исключений.

Раздел 3. Расширенные возможности языка Java.

3.1 Создание оконных приложений в Java.

Введение в JavaFX. Понятие Stage, Scene, Node. Обзор компоновщиков. Основные классы проекта JavaFX. Добавление и настройка внешнего вида компонентов, работа с Scene Builder, разметка fxml. Обработка событий, класс Controller. Подключение css-стилей к проекту.

3.2 Основы многопоточности Java.

Основные поля и методы класса Thread. Интерфейс Runnable. Способы создания потоков. Жизненный цикл потока, планировщик потоков. Проблемы многопоточного программирования. Синхронизация потоков. Ключевое слово synchronized. Интерфейс Lock и его основные реализации. Организация взаимодействия потоков с помощью методов wait(), notify(), notifyAll().

3.3 Классы для работы с многопоточностью.

Классы синхронизации: Semaphore, CountdownLatch, CyclicBarrier. Использование ExecutorService, основные классы и методы. Интерфейс Callable<T>, класс Future. Fork-Join фреймворк. Многопоточные коллекции.

Общее количество разделов 3.

3.4 Файловый ввод и вывод в Java программах.

Основы ввода и вывода в Java программах. Использование потоков для чтения и записи файлов. Байтовые и символьные потоки. Использование интерфейса Path для работы с файлами. Работа с классом File, Files, Paths для операций над файлами. Конструкция “try с ресурсами”. Подключение буферизованных потоков.

4 Объем учебной дисциплины

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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Современные среды программирования для решения задач нанотехнологий»

1 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 нанотехнологии с помощью программно-алгоритмического обеспечения, написанного в современных средах программирования.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.2; ПК-2.2.

Знать:

– технические и программные средства разработки программно-алгоритмического обеспечения для решения задач нанотехнологии;

– 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 нанотехнологии, требующие применения численных методов.

Владеть:

– приёмами программирования численных методов при решении математических, технологических и исследовательских задач в нанотехнологии;

– методами разработки математических моделей и методами содержательной интерпретации полученных результатов.

3 Краткое содержание дисциплины

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.

4 Объем учебной дисциплины

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		

5.4 Практика

Аннотация рабочей программы практики «Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков»

1 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.

2 В результате прохождения практики обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3.

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 Краткое содержание практики

Практика «Учебная практика: Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» включает этапы ознакомления с принципами организации научных исследований и получения первичных навыков выполнения научно-исследовательских работ, практического освоения деятельности ученого-исследователя и получения первичных навыков систематизации научно-технической информации в области наноинженерии, включая обработку экспериментальных и практических результатов научного исследования.

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 наноинженерии. 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.

4 Объем практики

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		

Аннотация рабочей программы практики

«Производственная практика: научно-исследовательская работа»

1 Цель практики – формирование необходимых компетенций для осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 28.04.02 Наноинженерия.

2 В результате прохождения практики обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

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.

Подготовить и представить к защите научно-исследовательскую работу (НИР), выполненную на современном уровне развития науки и техники и соответствующую выбранному направлению подготовки и программе обучения. В представленной к защите НИР должны получить развитие знания и навыки, полученные обучающимся при освоении программы магистратуры, в том числе при изучении специальных дисциплин. Представленная к защите НИР должна содержать основные теоретические положения, экспериментальные результаты, практические достижения и выводы из работы.

3 Краткое содержание 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 (ЦиТХИИ).

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.

4 Объем практики

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		

**Аннотация рабочей программы практики
«Производственная практика: преддипломная практика»**

1 Цель практики – подготовка материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.

2 В результате прохождения практики обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

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 отчётов.

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 Краткое содержание практики

Подготовка материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.

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.

4 Объем практики

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		

5.5 Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы

1 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 **28.04.02 Наноинженерия**.

2 В результате прохождения государственной итоговой аттестации у студента проверяется сформированность следующих компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности.

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими компетенциями:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

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, отчётов и научных докладов.

3 Краткое содержание государственной итоговой аттестации

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 **28.04.02 Наноинженерия** и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: выполнение и защита выпускной квалификационной работы – проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) и присвоения квалификации «магистр».

4 Объем государственной итоговой аттестации

Программа относится к обязательной части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 4 семестре (2 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области квантовой химии, физики твёрдого тела, нанометрологии, методов диагностики в наноинженерии, основ создания нанообъектов и наноструктурированных материалов, бионанотехнологии, методов анализа, моделирования и оптимизации нанопроцессов и наносистем, планирования и организации проведения эксперимента, современных информационных технологий и прикладных программных средств.

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		

5.6 Факультативы

Аннотация рабочей программы дисциплины «Профессионально-ориентированный перевод»

1 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.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; ПК-2.3.

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 Краткое содержание 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.

4 Объем учебной дисциплины

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
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34	25,5
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		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Научная публицистика»

Аннотация рабочей программы дисциплины «Научная публицистика»

1. Цель дисциплины – повышение общей и речевой культуры специалиста, способного реализовывать свои коммуникативные потребности в современном обществе на основе принципов

эффективного общения, коммуникативной целесообразности, уважения к другим людям, а также способного применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-4 (УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3); ПК-2 (ПК-2.3).

Знать:

- сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры;
- различие устной и письменной научной речи;
- композиционные и стилистические особенности научного и научно-популярного текста;
- правила создания письменных и устных жанров научного стиля речи;
- правила убеждения оппонента в научной дискуссии.

Уметь:

- различать тексты собственно-научного и научно-популярного подстилей речи;
- делать отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в профессиональной среде;
- трансформировать научную информацию из письменной формы в устную, из собственно научного изложения в научно-популярное;
- писать научную статью, рецензию и аналитические обзоры;
- выступать с докладами, вести научные дискуссии.

Владеть:

- приёмами работы с современной научной литературой для профессионального самообразования и ведения научно-исследовательской работы;
- навыками подготовки научных публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;
- методиками межличностного и делового общения на русском языке с применением языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Лингвистика научного текста.

1.1. Сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры будущего специалиста. Речевая культура специалиста, типы речевой культуры. Две точки зрения на название дисциплины «Научная публицистика». Из истории становления научной мысли в России. Наука и особая роль научной коммуникации. Определение понятия «публицистика». История публицистики. Взаимовыгодное сотрудничество науки и публицистики. Наука как среда создания и функционирования научных публикаций в научных изданиях и масс-медиа.

1.2. Текст как речевое произведение, единица общения. Определение текста и виды информации в тексте. Стилистика текстов как возможность создавать тексты лучше. Способы обеспечения цельности и связанности текста. Закон движения мысли на уровне разных составных частей текста (абзац, фрагмент, глава, часть, законченное произведение). Типы текстов по функционально-смысловому назначению «жесткого» и «гибкого» способов построения. Способы логического изложения информации (индуктивный, дедуктивный, аналогия, ступенчатый). Первичные и вторичные тексты. Необходимость соблюдения норм литературного языка при составлении текста.

1.3. Научный стиль речи в системе русского литературного языка. Особенности научного стиля речи, специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Лингвистические особенности научного стиля речи, специальные приемы и речевые нормы научных работ разных жанров. Грамматические приемы обеспечения ясности научного стиля.

1.4. Особенности устной и письменной речи. Логико-лингвистические особенности научных текстов и их аналитико-синтетическая переработка. Перечисление типичных ошибок при составлении письменного научного текста (значение слова и лексическая сочетаемость, заимствование в современной научной речи; случаи нарушения грамматических норм: правила

цитирования, трудные случаи употребления предлогов, вводных конструкций). Правила трансформации научной информации из устного текста в письменный и наоборот.

1.5. Подготовка научно-популярного текста: композиционные и стилистические особенности, типичные ошибки. Зависимость выбора языковых средств и структуры текста от целевой аудитории. Популяризация сложного научного знания («научпоп») и основные способы подачи научно-популярной информации в СМИ. Композиционные и стилистические особенности научно-популярного текста, типичные ошибки при его составлении. Основные жанры научно-популярных текстов.

Раздел 2. Правила подготовки письменной научной работы.

2.1. Жанры научного стиля речи. Общая характеристика жанровых подсистем научного стиля речи. Правила компрессии научной информации. Тезисы как специфический жанр научного стиля. Составление аннотаций разных видов. Виды рефератов, структура и содержание реферата, клише, используемые при составлении рефератов. Работа по составлению реферата-обзора. Рецензирование. Структура рецензии. Модель типовой рецензии. Оценочная часть рецензии. Специфика составления аналитического обзора.

2.2. Правила написания научной статьи. Технология подготовки научных публикаций. Общие рекомендации для подготовки публикации статьи на иностранном языке. Варианты текстового представления научных результатов. Структура научной статьи. Правила оформления отдельных частей текстового материала (оформление библиографии, сносок, сокращение слов, текстового оформления таблиц и рисунков, схем). Требования к авторским текстам оригинала. Анализ опубликованных статей соискателей ученой степени. Соответствие тематики статьи научной специальности. Научная новизна. Цель и план собственной публикации. Определение места опубликования. Анализ журналов для определения места публикации.

Раздел 3. Культура научной монологической и диалогической речи.

3.1. Правила подготовки научного доклада. Отличительные особенности звучащей речи. Жанры научной устной монологической (информационной речи): сообщение, реферативное сообщение, лекция, доклад. Разновидности докладов, объем и соблюдение регламента. Этапы подготовки научных докладов (выбор темы, подбор материалов, план выступления, работа над текстом, оформление материалов для устного представления, подготовка к выступлению). Основные ошибки при написании докладов на научную конференцию. Правила выступлений с презентацией на защите квалификационных работ и научных конференциях.

3.2. Основные требования к ведению научной дискуссии. Жанры диалогической устной научной речи: пресс-конференция как один из способов получения информации, научная беседа, научная дискуссия. Особенности академического этикета. Культура спора/дискуссии. Основные стратегии и тактики ведения научных дискуссий. Подготовка к дискуссии и речевое поведение каждого участника.

4. Объем учебной дисциплины

<i>Вид учебной работы</i>	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	81
Контактная работа (КР):	0,94	34,2	25,5
Лекции (Лек)	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17,2	12,75
Самостоятельная работа (СР):	2,06	73,8	55,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,06	73,8	55,35
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
Вид контроля:	Зачёт		