

4.4. Аннотации рабочих программ дисциплин

4.4.1. Дисциплины обязательной части (базовая часть)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Философские проблемы науки и техники» (Б1.Б1)

1. Целью дисциплины «Философские проблемы науки и техники» является понимание актуальных философских и методологических проблем науки и техники.

2. Компетенции магистра в области философских проблем науки и техники

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- способности к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовности действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- готовности руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные научные школы, направления, парадигмы, концепции в философии техники и химической технологии;
- философско-методологические основы научно-технических и инженерно-технологических проблем;
- развитие техники и химических технологий в соответствии с становлением доиндустриального, индустриального, постиндустриального периодов развития мира;

уметь:

- применять в НИОКР категории философии техники и химических технологий;
- анализировать приоритетные направления техники и химических технологий;
- логически понимать и использовать достижение научно-технического прогресса и глобальных проблем цивилизации, практически использовать принципы, нормы и правила экологической, научно-технической, компьютерной этики;
- критически анализировать роль технического и химико-технологического знания при решении экологических проблем безопасности техники и химических технологий;

владеть:

- основными понятиями философии техники и химической технологии;
- навыками анализа философских проблем техники, научно-технического знания и инженерной деятельности;
- способами критического анализа техники и ее инновационных методов научного исследования, поиска оптимальных решений НИОКР в технике и химической технологии;
- приемами публичных выступлений в полемике, дискуссии по философским проблемам техники и технического знания.

Общая трудоемкость изучения дисциплины: 3 ЗЕ (108 часа). Из них аудиторная нагрузка – 36 (лекций – 18 часов, практических занятий – 18 часов), самостоятельная работа – 36 часов. Форма контроля – экзамен.

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 1. Место техники и технических наук в культуре цивилизации

Философия техники, ее предмет и проблемное поле. Философия техники в современном обществе, ее функции.

Предмет философии техники: техника как объект и как деятельность. Философия техники: предмет и проблемное поле. Три аспекта техники: инженерный, антропологический и социальный. Техника как специфическая форма культуры. Исторические социокультурные предпосылки выделения технической проблематики и формирования философии техники: формирование механистической картины мира, научно-техническая революция, научно-технический прогресс и стремительное развитие технологий после II Мировой Войны.

Модуль 2. Техника и наука в их взаимоотношении

Техника и наука как способы самореализации сущностных сил и возможностей человека. Наука и техника. Соотношение науки и техники: линейная и эволюционная модели. Три стадии развития взаимоотношений науки и техники. Институциональная и когнитивная дифференциация сфер науки и техники и формирование технической ориентации в науке (XVII – XVIII вв.). Начало сциентификации техники и интенсивное развитие техники в период промышленной революции (конец XVIII – первая половина XIX в.). Систематический взаимообмен и взаимовлияние науки и техники (вторая половина XIX – XX в.). Становление и развитие технических наук классического, неклассического и постнеклассического типов

Возникновение инженерии как профессии основные исторические этапы развития инженерной деятельности. Технические науки и методология научно-технической деятельности.

Модуль 3. Основные методологические подходы к пониманию сущности техники.

Основные философские концепции техники. Антропологический подход: техника как органопроекция (Э. Капп, А. Гелен). Экзистенциалистский анализ техники (М. Хайдеггер, К. Ясперс, Х. Ортега-и-Гассет). Анализ технических наук и проектирования (П. Энгельмейер, Ф. Дессауэр). Исследование социальных функций и влияний техники; теория технократии и техногенной цивилизации (Ж. Эллюль, Л. Мэмфорд, Франкфуртская школа). Х. Сколимовски: философия техники как философия человека. Философия техники и идеи индивидуации Ж. Симондона. Взаимоотношения философско-культурологического и инженерно-технократического направлений в философии техники.

Основные проблемы современной философии техники. Социология и методология проектирования и инженерной деятельности. Соотношение дескриптивных и нормативных теорий в науке о конструировании. Кибернетика и моделирование технических систем Этика и ответственность инженера-техника: распределение и мера ответственности за техногенный экологический ущерб. Психосоциальное воздействие техники и этика управления.

Высокие технологии, химическое измерение и инновационные подходы для выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в химии и химической технологии.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Контактная работа (КР):	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Самостоятельная работа (СР):	1,5	54
Вид контроля: зачет/экзамен	1	Экзамен
- Подготовка к экзамену		36
- Контактная аттестация		35.6
		0.4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	81
Контактная работа (КР):	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	1	27
Самостоятельная работа (СР):	1,5	40,5
Вид контроля: зачет/экзамен	1	Экзамен
- Подготовка к экзамену		27
- Контактная аттестация		26,7
		0,3

Аннотация рабочей программы дисциплины «Деловой иностранный язык» (Б1.Б2)

1. Цель дисциплины – приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык в профессиональной деятельности в сфере делового общения.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями:

- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

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:

- работать с оригинальной литературой по специальности

- работать со словарем;

- вести деловую переписку на изучаемом языке;

- вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации.

Владеть:

- иностранным языком на уровне профессионального общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой 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:

Модуль 1. Общелингвистические аспекты делового общения на иностранном языке.

Введение. Предмет и роль иностранного языка в деловом общении. Задачи и место курса в подготовке магистра техники и технологии.

1. Грамматические трудности изучаемого языка: Личные, притяжательные и прочие местоимения.

Спряжение глагола-связки. Образование и употребление форм пассивного залога.

Порядок слов в предложении.

2. Чтение тематических текстов: «Введение в химию», «Д.И. Менделеев», «РХТУ им. Д.И. Менделеева». Понятие о видах чтения. Активизация лексики прочитанных текстов.

3. Практика устной речи по темам: «Говорим о себе», «В городе», «Район, где я живу».

Лексические особенности монологической речи. Речевой этикет делового общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

Фонетические характеристики изучаемого языка. Особенности диалогической речи по пройденным темам.

4. Грамматические трудности изучаемого языка:

Инфинитив. Образование и употребление инфинитивных оборотов. Видовременные формы глаголов.

Модуль 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес литературы.

5. Изучающее чтение текстов по темам: «Структура вещества», «Неорганическая и органическая химия, соединения углерода».

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

6. Практика устной речи по теме «Студенческая жизнь».

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

7. Грамматические трудности изучаемого языка:

Причастия. Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.

Сослагательное наклонение. Типы условных предложений. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений.

8. Изучающее чтение текстов по тематике: «Химическая лаборатория»; «Измерения в химии». Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании текстов по специальности.

Модуль 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения

9. Практика устной речи по темам: «Страна изучаемого языка», «Проведение деловой встречи», «Заключение контракта».

Устный обмен информацией: Устные контакты в ситуациях делового общения.

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

11. Ознакомительное чтение по тематике: «В банке. Финансы»; «Деловые письма»; «Устройство на работу».

Формы делового письма. Понятие деловой корреспонденции. Приемы работы с Интернетом и электронной почтой.

12. Разговорная практика делового общения по темам: «Химические технологии», «Проблемы экологии». Сообщение информации по теме (монологическое высказывание) в рамках общенаучной и общетехнической тематики.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Контактная работа (КР):	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Самостоятельная работа (СР):	2	36
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	2	35,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
Вид контроля: зачет	–	–

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Контактная работа (КР):	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1	27
Самостоятельная работа (СР):	2	27
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	2	26,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
Вид контроля: зачет	–	–

Аннотация рабочей программы дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы в химии» (Б1.Б.3)

1. Цель дисциплины – повышение научного кругозора, теоретической и экспериментальной базы магистра в области химии, формирование способности методологически грамотно и профессионально ставить, и решать задачи, возникающие при выполнении научно-исследовательской работы, получение знаний о современных методах исследования, необходимых для данного направления подготовки.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4).

Знать:

- основные особенности и характеристики дисперсных систем;
- основные методы определения элементного состава материалов;
- экспериментальные методы определения кристаллической структуры вещества;
- теоретические основы рентгенографии, нейтронографии, электронографии;
- основные методы определения размеров и формы частиц; статистические функции распределения для описания дисперсного состава;
- теоретические основы методов определения размеров частиц различных дисперсных материалов;
- теоретические основы адсорбции на пористых материалах;
- основные уравнения, описывающие адсорбцию на различных материалах;
- экспериментальные методы определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам.

Уметь:

- определять элементный анализ дисперсных материалов;

- проводит идентификацию фаз моно и многофазных образцов по данным рентгенофазового анализа;
 - определять параметры кристаллической решетки и размер кристаллитов по данным рентгенофазового анализа;
 - составлять морфологическое описание, проводить дисперсионный анализ по данным микроскопических исследований, рассчитывать статистические распределения для дисперсионного анализа;
 - проводить анализ пористой структуры;
 - проводить расчет удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам по данным адсорбционных измерений;
- Владеть:*
- методами определения элементного анализа;
 - методами определения фазового состава и параметров кристаллической структуры соединения;
 - методами определения размеров частиц различных дисперсных материалов;
 - экспериментальными методами определения удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам;
 - теоретическими основами расчетов удельной поверхности и других характеристик пористой структуры из адсорбционных данных.

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 1. Основные характеристики дисперсных систем

Классификация дисперсных систем. Основные характеристики дисперсных материалов и методы их исследования.

Модуль 2. Определение элементного состава

Атомная и рентгеновская спектроскопия, масс-спектрометрический анализ. Физико-химические основы методов. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения различных методов определения элементного состава.

Модуль 3. Дифракционные методы анализа дисперсных систем

Физико-химические основы метода. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Электронография и Нейтронография. Аппаратурное оформление. Идентификация фаз в одно и многокомпонентных дисперсных системах. Определение параметров кристаллической решетки и размера кристаллита анализируемого вещества.

Модуль 4. Определение размера и формы частиц

Дисперсионный анализ. Методы дисперсионного анализа и интервалы их применимости. Различные формы элементов дисперсной фазы. Параметры, используемые для характеристики размеров частиц неправильной формы. Функции распределения и их графическое представление. Статистические распределения для описания дисперсного состава.

Микроскопические методы определения дисперсного состава. Оптическая микроскопия. Основы метода. Классификация оптических микроскопов. Основные методы исследования. Метод светлого и темного поля. Поляризация. Метод фазового контраста. Флуоресцентная микроскопия. Методика микроскопического анализа.

Электронная микроскопия. Основы метода. Аналитические методы, используемые в электронной микроскопии.

Просвечивающая электронная микроскопия. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Метод темного и светлого поля. Методика проведения анализа.

Сканирующая электронная микроскопия. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Использование вторичных и отраженных электронов. Методика проведения анализа.

Сканирующая зондовая микроскопия. Основы метода. Преимущества и ограничения.

Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. Различные режимы работы микроскопа. Методика проведения анализа.

Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Различные режимы работы микроскопа. Методика проведения анализа.

Проведение дисперсионного анализа по микрофотографиям. Цифровое изображение и его обработка. Морфологическое описание. Методика проведения подсчета частиц. Расчет и построение кривых распределения частиц по размерам.

Определение размеров частиц методом светорассеяния. Турбидиметрия и нефелометрия. Преимущества и ограничения методов.

Фотон-корреляционная спектроскопия. Основы метода и аппаратное оформление. Преимущества и ограничения метода.

Седиментационный анализ. Седиментация в гравитационном и центробежном поле. Методы и приемы, используемые в седиментационном анализе. Аппаратурное оформление. Определение размеров частиц по седиментационно-диффузионному равновесию.

Определение размеров частиц методом малоуглового рассеяния. Суть и физические основы метода. Рассеяние рентгеновских и нейтронных лучей. Аппаратурное оформление. Преимущества и ограничения методов.

Модуль 5. Определение удельной поверхности и других характеристик пористых тел

Классификация и основные характеристики пористых тел. Особенности адсорбции на пористых телах. Экспериментальные методы измерения адсорбции. Аппаратурное оформление динамических и статических методов измерения адсорбции: принципиальные схемы и расчет величины адсорбции.

Метод БЭТ как стандартный метод определения удельной поверхности твердых тел. Выбор адсорбатов и условий проведения адсорбции. Одноточечный и многоточечный метод БЭТ. Условия применения уравнения Ленгмюра для определения удельной поверхности. Применение других уравнений для определения удельной поверхности из адсорбционных данных.

Адсорбция в мезопорах. Капиллярная конденсация, основные термины и определения. Изотермы капиллярной конденсации для модельных пор. Классификация типов петель адсорбционно-десорбционного гистерезиса и форма пор. Расчет распределения объема и удельной поверхности мезопор по размерам с использованием различных методов расчета (модельные и безмодельные). Учет толщины адсорбционного слоя при расчете распределения пор по размерам.

Адсорбция в микропорах. Теория объемного заполнения микропор Дубинина, ее применение для описания адсорбции на микропористых телах. Учет адсорбции на внешней поверхности при определении объема микропор. Прямые экспериментальные методы определения объема и размеров микропор.

Сравнительные методы, основанные на стандартных изотермах и эталонных образцах. Расчет истинного объема микропор и внешней удельной поверхности с использованием сравнительных методов.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академических часах
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Контактная работа (КР):	1	36
Лекции	0,5	18

Практические занятия	0,5	18
Самостоятельная работа:	1	36
Вид итогового контроля (экзамен)		36
- Подготовка к экзамену	1	35,6
- Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В астрономических часах
Общая трудоемкость дисциплины	3	81
Контактная работа (КР):	1	27
Лекции	0,5	13,5
Практические занятия	0,5	13,5
Самостоятельная работа:	1	27
Вид итогового контроля (экзамен)		27
- Подготовка к экзамену	1	26,7
- Контактная аттестация		0,3

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Избранные главы процессов и аппаратов химических технологий» (Б1.Б4)**

1. Цель дисциплины – получение дополнительных знаний в области процессов и аппаратов химической технологии, необходимых для данного направления подготовки. Программа включает изучение дополнительных базовых процессов химической технологии, которые не изучались ранее, таких как «Выпаривание растворов», «Структура потоков в аппаратах и ее влияние на параметры работы аппаратуры», «Сушка в химической технологии», «Адсорбция», «Экстракция в системе жидкость-жидкость».

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- готовностью использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4).

знать:

- теоретические основы процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы; методы расчета массообменных аппаратов;
- основные закономерности равновесия и кинетики массообменных процессов с участием твердой фазы;
- методы интенсификации работы массообменных аппаратов;
- закономерности процесса выпаривания растворов, тепловые и материальные балансы процесса, методы расчета одно и многокорпусных выпарных установок;
- закономерности влияния структуры потоков в аппаратах на технологические процессы;
- основные уравнения равновесия при адсорбции и ионном обмене, динамику сорбции; методы расчета адсорбционных аппаратов;

уметь:

- определять основные характеристики процессов с участием твердой фазы;

- определять параметры процессов в промышленных аппаратах с участием твердой фазы;
- решать конкретные задачи расчета и интенсификации массообменных процессов;
- определять параметры процесса выпаривания;
- использовать знания структуры потоков для расчета аппаратов;

владеть:

- методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения технологических процессов с участием твердой фазы;
- методами определения основных параметров оборудования, используемого для проведения процессов выпаривания;
- методами определения реальной структуры потоков в аппаратах для определения параметров технологических процессов.

3. Краткое содержание разделов дисциплины

Модуль 1. Процессы и аппараты выпаривания растворов.

Процесс выпаривания растворов и области его применения. Процесс выпаривания растворов в одноступенчатых выпарных аппаратах. Материальный баланс однокорпусного выпарного аппарата. Определение расхода энергии на проведение процесса в однокорпусном выпарном аппарате. Определение температуры кипения раствора. Виды температурных потерь (депрессий) и их определение. Многокорпусное выпаривание, схемы прямоточных и противоточных установок. Материальный и тепловой баланс многокорпусных выпарных установок. Определение полезной разности температур в многокорпусной выпарной установке и способы ее распределения по корпусам. Конструкции выпарных аппаратов.

Модуль 2. Структура потоков в тепло и массообменных аппаратах и реакторах.

Влияние продольного перемешивания на эффективность работы колонных массообменных аппаратов и теплообменной аппаратуры. Структура потоков в случае простейших идеальных моделей: идеальное вытеснение (МИВ) и идеальное смешение (МИС). Методы исследования структуры потоков. Импульсный и ступенчатый ввод трассера. Время пребывания. Дифференциальная и интегральная функции распределения времени пребывания, их взаимосвязь. Математические модели структуры потоков в приближении к реальным системам. Ячеечная модель: число ячеек идеального смешения как параметр модели. Диффузионная однопараметрическая модель: среднее время пребывания, дисперсия. Дисперсионное число (обратный критерий Пекле, коэффициент продольного перемешивания).

Модуль 3. Изучение процесса сушки в химической промышленности

Контактная и конвективная сушки. Сушильные агенты, используемые в процессе сушки. Свойства влажного воздуха как сушильного агента. «Н-Х» диаграмма состояния влажного воздуха (диаграмма Рамзина). Материальный и тепловой баланс конвективной сушильной установки. Теоретическая (идеальная) сушилка. Внутренний баланс сушильной камеры. Уравнение рабочей линии процесса сушки. Изображение процесса сушки на «Н-Х» диаграмме. Смешение газов различных параметров. Варианты проведения процесса конвективной сушки: основной; с дополнительным подводом теплоты в сушильной камере; с промежуточным подогревом воздуха по зонам сушильной камеры; с рециркуляцией части отработанного воздуха. Контактна сушка. Равновесие фаз при сушке. Формы связи влаги с материалом. Изотермы сушки. Гигроскопическая точка материала. Кинетика сушки. Кривая сушки и кривая скорости сушки. Конструкции конвективных сушилок: камерная; многоярусная ленточная; барабанная; пневматическая; петлевая; распылительная. Сушка в кипящем слое.

Модуль 4. Адсорбция в системе «жидкость – твердое» и «газ - твердое». Экстракция в системе «жидкость - жидкость».

Адсорбция в системе, «газ – твердое» и « жидкость твердое». Кинетика массопереноса в пористых телах: микро-, мезо- и макропоры. Равновесие при адсорбции. Изотермы адсорбции. Статическая и динамическая активность адсорбентов. Фронт адсорбции. Устройство и принцип действия адсорберов. Теоретические основы экстракции в системе «жидкость-жидкость». Изображение состава фаз и процессов на тройной диаграмме. Предельные расходы экстрагента. Многоступенчатая экстракция с перекрестным и противоточным движением фаз. Методы расчета основных типов экстракционных аппаратов. Промышленная экстракционная аппаратура.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Контактная работа:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,25	9
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,75	27
Самостоятельная работа (СР):	1,5	54
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,5	54
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен 36
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Контактная работа:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,75	20,25
Самостоятельная работа (СР):	1,5	40,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,5	40,5
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен 27
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

Аннотация рабочей программы дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» (Б1.Б.5)

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

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями:

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);

знать:

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

уметь:

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

владеть:

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

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 1. Характеристика задач оптимизации процессов химической технологии.

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

Тема 2. Основные принципы оптимизации стационарных и динамических процессов химической технологии. Задачи оптимального проектирования и управления. Анализ, оптимизация и синтез химико-технологических систем. Экономические, технико-

экономические и технологические критерии оптимальности химических производств. Выбор критериев оптимальности (целевых функций) и оптимизирующих переменных (ресурсов оптимизации). Численные методы одномерной и многомерной оптимизации с ограничениями I-го и II – го рода. Структура программ для решения оптимизационных задач с применением пакета MATLAB, ввод и вывод информации, в том числе с использованием текстовых файлов.

Модуль 2. Оптимизация типовых химико-технологических процессов.

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

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

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

Модуль 3. Оптимизация процессов в каскаде последовательных и параллельных аппаратов химических производств.

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

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

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

Модуль 4. Технологическая оптимизация процессов химических производств методом нелинейного программирования.

Тема 9. Оптимизация процессов химической технологии для действующих производств при известных значениях конструкционных параметров. Формулировка задачи нелинейного программирования (НЛП) с ограничениями I – го и II – го рода.

Решение задачи НЛП с применением стандартной функции MATLAB – fmincon. Определение оптимального времени пребывания в реакторе идеального перемешивания и периодическом реакторе, в которых протекает простейшая последовательная реакция, а также оптимальной температуры - в реакторе идеального перемешивания с простейшей обратимой реакцией

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

Модуль 5. Экономическая оптимизация производственных процессов методом линейного программирования.

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

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

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	144
Контактная работа (КР):	1,5	54
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,75	27
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,5	89,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
Вид контроля: зачет/экзамен		Зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астр. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	108
Контактная работа (КР):	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,75	20,25
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,5	67,35
Контактная самостоятельная работа		0,15
Вид контроля: зачет/экзамен		Зачет

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Оценка рисков и экономической эффективности при внедрении инновационных решений и технологий» (Б1.Б.6)

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

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями:

- способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9),
- способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10).

Знать:

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

Уметь:

- проводить оценку и экономический анализ научной, технической документации в области инновационных видов деятельности и рассчитать эффективность управления рисками;
- оценить и проанализировать экономическую эффективность и последствия принимаемых решений в области профессиональной деятельности.

Владеть:

- методами и инструментами разработки и анализа альтернативных технологических и управленческих решений;
- инструментами прогнозирования экономических последствий принимаемых решений;
- методами и инструментами экономической оценки эффективности технологических процессов, их безопасности и технологических рисков при внедрении новых технологий.

3. Краткое содержание дисциплины

Модуль 1. Введение в основы проектирования систем управления рисками

Неопределенность и риск: общие понятия. Множественность сценариев реализации инвестиций. Понятия об эффективности и устойчивости принятия решений в условиях неопределенности. Формирование организационно-экономического механизма реализации инновационных решений с учетом факторов неопределенности и риска. Основные системы управления риском. Укрупненная оценка рисков, на примере инвестиционного проекта. Премия за риск. Кумулятивный метод оценки. Модель оценки капитальных активов (CAPM). Управление по MRP-системе. Проектирование систем управления рисками хозяйствующих субъектов в условиях рыночной экономики. Типы функционирования экономической системы: стихийный, нормативный. Особенности состояния системы и инструментов проектирования в управлении рисками. Стратегическая роль «инструментального ящика» в проектировании систем управления

рисками. Жизненный цикл инвестиционного проекта. Стратегии процессов управления и наборов инструментов, поддерживающих конкурентные стратегии в управлении рисками. Влияние личностных факторов на проектирование систем управления рисками при принятии управленческих решений Интуиция и риск. Теория рационального поведения. Конфликтные ситуации при проектировании систем управления рисками. Принятие оптимальных решения в условиях риска и неопределенности управляемой системой.

Модуль 2. Система управления риском в условиях неопределенности рынка

Интегрированная модель идентификации событий и управления рисками COSO–ERM. Стандарт COSO–ERM. Цели системы менеджмента организации, базовые принципы и сущность управления рисками. Система управления рисками хозяйствующих субъектов. Влияние событий и факторов на риски и возможности. Методология идентификации событий: реестр событий, внутренний анализ, эскалация или пороговые триггеры. Эффективность и ограничения модели COSO–ERM. 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 и последствия принятых решений. Применение методов дисконтирования для оценки экономической эффективности управляемым субъектом хозяйствования. Учет страновых рисков в профессиональной деятельности при оценке рисков. Оценка экономической эффективности страхования и самострахования рисков. Финансирование риска и анализ эффективности методов управления. Методика анализа и результаты анализа систем управления рисками. Расчет границ безубыточности и эффективности. Оценка устойчивости через вариативность 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 производственными ресурсами.

Модуль 3. Управление риском в профессиональной деятельности

Оптимизация и рациональный подход в управлении риском профессиональной деятельности. Учет вложений собственных ресурсов. Методы альтернативных решений, альтернативных издержек, единовременные и текущие альтернативные затраты, альтернативная стоимость ресурсов 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. 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. Различные аспекты влияния фактора времени. Последовательность проявления рисков. Инструменты оценки коммерческой привлекательности инвестиционного проекта, коммерциализации инноваций, специфика научного, инновационного предпринимательства в условиях неопределенности и риска. Общие подходы к оценке методов управления риском. Экономические критерии оценки эффективности управления риском в профессиональной деятельности. Методология оценки рисков научной и профессиональной деятельности в условиях неопределенности. Расчет рисков на примере конкретных ситуаций в промышленном секторе экономики. Результаты расчетов. Оценка и анализ экономической эффективности, условия и последствия принимаемых организационных, экономических и управленческих решений в области профессиональной деятельности.

4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Контактная работа (КР):	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Самостоятельная работа (СР):	1	36
Реферат (экономический расчет, оценка риска)	1	35,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
Вид контроля:	-	Зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54
Контактная работа:	1	27
Практические занятия (ПЗ)	1	27
Самостоятельная работа (СР):	1	27
Реферат (экономический расчет, оценка риска)	1	26,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
Вид контроля:		Зачет

4.4.2. Дисциплины вариативной части (вариативная часть)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Ресурсосберегающие наносистемы и технологии в микро- и наноэлектронике» (Б1.В.ОД.1)

1. **Цели 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:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

– готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

– способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);

– готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);

– способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности

технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);

Знать:

- классификацию наноматериалов и их использование в микро- и нанoeлектронике;
- энергетические диаграммы и плотности электронных состояний для различных структур;
- физическую сущность эффекта квантового ограничения, баллистического транспорта носителей заряда, туннельного и спинового эффектов;
- зависимость свойств наноматериалов от размера структуры;
- основы зонной теории твердого тела, модели структур и связей в кристаллах;
- решетки Браве и группы трансляций; индексы Миллера;
- зоны Бриллюэна;
- методы расчета обратной решетки;
- уравнения Шредингера для декартовой и криволинейной систем координат, соотношения между собственными значениями энергии и волновыми числами, общие свойства собственных значений энергии и волновых функций;
- физические механизмы явлений переноса в полупроводниках;
- характеристики движения электронов в сверхпроводниках; куперовские пары в полупроводниках;
- виды плотности распределения электронов как функции от энергии распределения Бозе-Энштейна и Ферми-Дирака.
- способы легирования полупроводников, определения свободных и примесных полупроводников, донорных и акцепторных уровней в полупроводниках;
- характеристики полупроводников при низких температурах и при абсолютном нуле.
- квантовую теорию теплоемкости электронного газа и квантовую теорию спинового парамагнетизма.
- вид и физический смысл функции распределения Ферми-Дирака и ее использование для расчета концентраций носителей заряда в полупроводнике;
- физико-химический смысл эффекта Холла.
- особенности равновесных и неравновесных процессов на границе раздела гетероструктур, особенности переноса в низкоразмерных структурах;
- модели полупроводниковых устройств с p-n переходом;
- принцип работы нанодиодов на основе нанотрубок;
- дефекты строения нанотрубок, индексы хиральности углеродных нанотрубок (УНТ), изменение потенциального барьера для электронов проводимости локтевого соединения нанотрубок кресельного и зигзажного типов;
- модели МОП транзисторов;
- 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 нанотранзистера и принцип его работы;
- статическую модель биполярного транзистера (модель Эберса-Молла);
- принцип работы тиристора;
- классификацию интегральных схем;
- процессы изготовления ИС и подготовительные операции: фотолитографию, эпитаксию, термическое оксидирование, ионную имплантацию, металлизацию.
- биполярные ИС;
- перспективы развития микро- и нанoeлектроники

Уметь:

- выбирать оптимальную стратегию проведения 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;
- проводить расчет электропроводности электронов, удовлетворяющих распределению Ферми–Дирака;
- объяснить физико-химическую сущность термоэлектронной эмиссии, собственную и примесную проводимость полупроводников, оценить тепловую ионизацию примесных атомов;
- использовать распределение Ферми-Дирака для расчета концентраций носителей заряда в полупроводнике;
- использовать основы теории физики и химии твердых тел для решения задач описания процессов, происходящих в наноструктурных системах;
- построить модели процессов в объеме полупроводника, модели скоростей эмиссии и захвата носителей тока, модели процессов на границе полупроводника,
- объяснить возникновение состояний Тамма и Шокли вследствие нарушения периодичности кристаллической решетки и внутреннего электрического поля в кристалле.
- осуществлять построение моделей полупроводниковых диодов, МОП нанотранзистеров, биполярных нанотранзистеров и тиристоров;
- решать уравнения моделей полупроводниковых диодов (модель Шокли) и определять ток насыщения для диодов с толстой и тонкой базами;
- решать уравнения моделей МОП транзистеров и вычислять основные характеристики и параметры устройств;
- решать уравнения моделей биполярного транзистера (Эберса-Молла) и находить распределение носителей заряда в области базы, эмиттера, коллектора;
- применять модели наноэлектронных приборов для пояснения принципов их работы;
- 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 наноинженерии;
- методами теоретического анализа физических процессов наноэлектроники;
- математическим аппаратом для решения уравнения Шредингера с коэффициентами, являющимися периодическими функциями;
- математическим аппаратом для решения уравнений модели Кронига-Пенни и для расчета зон Бриллюэна;
- основными понятиями, определяющими свойства поверхности постоянной энергии, поверхности Ферми и плотность состояний электронов в кристалле;
- методами расчета подвижности носителей тока в присутствии примесных атомов, методами расчета времени жизни свободных электронов и дырок и процессов их рекомбинации в полупроводнике;
- классификацией сверхпроводящих элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева и их сплавов;
- методами оценки влияния магнитного поля на характеристики сверхпроводящих свойств элементов, термодинамикой перехода полупроводников в сверхпроводящее состояние, физико-химическим механизмом образования Куперовских пар;

- основными понятиями и закономерностями явлений переноса в условиях стационарной неравновесности, дрейфовой и диффузионной электропроводности, методами оценки силы тока и напряжения Холла;
- основными понятиями процесса формирования уровня Ферми для неравновесных процессов – квазиуровней Ферми отдельно для электронов и дырок и основными уравнениями для их расчета;
- методами оценки квазипотенциалов Ферми для электронов и дырок;
- методами решения уравнений математических моделей явлений переноса в динамически неравновесных условиях (уравнения непрерывности, уравнения Пуассона, уравнения, определяющие плотность тока)
- методами построения моделей полупроводниковых диодов, МОП нанотранзистеров, биполярных нанотранзистеров и тиристоров;
- методами решения уравнений моделей полупроводниковых диодов, МОП нанотранзистеров, биполярных нанотранзистеров и тиристоров;
- практическими навыками применения вычислительной техники для решения задач, изучаемых в настоящей дисциплине.

3. Краткое содержание дисциплины:

Введение. Основные определения микро- и нанoeлектроники. Роль современной нанотехнологии, физики и физико-химии в создании полупроводниковых приборов, интегральных схем и ЭВМ с большим объемом памяти и быстродействием.

1. Классификация наноматериалов и их использование в микро- и нанoeлектронике.

1.1. Классификация наноматериалов. Квантовые пленки, квантовые нити, квантовые точки. Энергетические диаграммы и плотности электронных состояний для 2D, 1D, 0D структур в сравнении с трехмерной структурой.

1.2. Поведение подвижных носителей заряда в наноструктурах. Эффект квантового ограничения. Баллистический транспорт носителей заряда. Туннельные и спиновые эффекты. Одноэлектронное и резонансное туннелирование.

1.3. Зависимость свойств наноматериалов от размеров структуры. Классификация видов наносистемной техники по функциональному назначению.

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.

3. Полупроводниковые наноматериалы.

3.1. Легирование полупроводников. Донорные и акцепторные уровни в полупроводниках. Уровень Ферми. Зависимость энергии Ферми от температуры полупроводника.

3.2. Сверхпроводники. Движение электронов в сверхпроводниках. Куперовские пары как связанные состояния спаренных электронов. Деформация распределения Ферми в связи с образованием куперовской пары. Области применения сверхпроводников. Сверхпроводники в нанoeлектронике.

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.

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.

6. Полупроводниковые устройства с р-п переходом. Выпрямляющие нанодиоды на основе углеродных нанотрубок.

6.1.Полупроводниковые диоды. Равновесное состояние при р-п переходе. Работа р-п перехода во внешних электрических полях. Качественные свойства смещенного р-п перехода. Барьерная емкость обратносмещенного р-п перехода. 6.2.Математическая модель полупроводникового диода. Модель Шокли. Вольт-амперная характеристика идеального диода. Явления пробоя. Процессы переключения в диоде. Малосигнальные модели диода. Режим большого сигнала. Переход металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник. Диоды для оптоэлектроники. Солнечный элемент, светоизлучающий диод, лазеры с р-п переходом и гетеропереходом.

6.3. Использование углеродных нанотрубок (УНТ) при создании выпрямляющих нанодиодов. Индексы хиральности УНТ. Дефекты строения нанотрубок. Структура локтевого соединения нанотрубок кресельного и зигзажного типов и изменение потенциального барьера для электронов проводимости. Энергия уровня Ферми и ширина запрещенных зон. Принцип работы нанодиодов на основе нанотрубок.

7. Полевые нанотранзистеры.

7.1.Модели МОП транзистера. Режимы обогащения, обеднения, инверсии. Поверхностный заряд МОП транзистера. Идеальный и реальный МОП конденсаторы. Принципы их работы. Полевой транзистер с управляющим р-п переходом. Одноэлектронные транзистеры с наноразмерными проводящими каналами.

7.2. Полевые нанотранзистеры на основе металлических и полупроводниковых нанотрубок. Зависимость проводимости цепи нанотранзистера от потенциала затвора. Эффект туннельного переноса через металлическую нанотрубку.

7.3.Полевые нанотранзистеры на основе графена.

7.4.Спиновые полевые нанотранзистеры с переносом заряда.

8. Биполярные нанотранзистеры и тиристоры.

8.1.Структура биполярного транзистера и принцип его работы. Параметры работы транзистеров. Работа транзистера на постоянном и переменном токе.

8.2. Статическая модель биполярного транзистера. Модель Эберса- Молла. Области применения моделей.

8.3.Тиристоры. Управляемый тиристор.

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.

10. Биполярные интегральные схемы.

10.1. Биполярные транзистеры ИС. Транзистер типа п-р-п со скрытым слоем. Транзистер типа р-п-р 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Контактная работа:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
– Подготовка к контрольным работам		89,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Контактная работа:	1,3	40,5
Лекции (Лек)	0,4	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,9	27
Самостоятельная работа (СР):	2,7	67,5
– Подготовка к контрольным работам		67,35
Контактная самостоятельная работа		0,15
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы дисциплины «Тепловые, оптические и магнитные свойства твёрдых тел» (Б1.В.ОД.2)

1. Цель дисциплины – ознакомить студентов с теоретическими знаниями разделов физики твёрдого тела, которые не были должным образом освещены в других дисциплинах образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 28.03.02 Наноинженерия.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6).

Знать:

- закономерности нормальных колебаний частиц в кристаллах,
- модели зависимости теплоёмкости и теплопроводности твёрдых тел от температуры,
- классификацию и характерные особенности магнитных состояний вещества,
- области применения магнитных материалов,
- виды взаимодействия света с твёрдыми телами,
- области применения оптических явлений в твёрдых телах.

Уметь:

- осуществлять подбор материалов для решения конкретных задач в области энерго- и ресурсосбережения исходя из знаний о свойствах твёрдых тел.

Владеть:

- современными представлениями о тепловых, оптических и магнитных явлениях в твёрдых телах,
- знаниями об областях применения материалов с определёнными тепловыми, магнитными и оптическими свойствами,
- практическими навыками поиска материалов с заданными свойствами.

3. Краткое содержание дисциплины

Модуль 1. Тепловые свойства твёрдых тел

Нормальные колебания решётки. Понятие о фононах. Теплоёмкость твёрдых тел. Тепловое расширение твёрдых тел. Теплопроводность твёрдых тел.

Модуль 2. Магнитные свойства твёрдых тел

2.1. Магнитное поле в твёрдых телах. Классификация магнитных состояний вещества. Закономерности намагничивания ферромагнетиков.

2.2. Магнитные свойства свободных атомов и атомов в веществе. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Парамагнетизм и диамагнетизм металлов. Применение парамагнетизма.

2.3. Элементарные носители ферромагнетизма. Внутримолекулярное поле Вейсса. Квантовая теория ферромагнетизма. Доменная структура ферромагнетиков. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Тонкие магнитные плёнки. Магнитомягкие и магнитотвёрдые материалы. Магнитные наноматериалы.

Модуль 3. Оптические свойства твёрдых тел

Виды взаимодействия света с твёрдыми телами. Оптические константы. Поглощение света твёрдыми телами. Излучение света твёрдыми телами. Магнитооптические явления.

4. Объём учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В академ. часах
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,5	54
Подготовка кратких докладов по современным научным исследованиям по тематике дисциплины	1	36
Вид контроля:	Экзамен	
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В астр. часах
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	5	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	1	27
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,5	40,5
Подготовка кратких докладов по современным научным исследованиям по тематике дисциплины	1	27
Вид контроля:	Экзамен	
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Оптические явления в наноструктурах» (Б1.В.ОД.3)**

1. Цели дисциплины: изложить оптические закономерности в наноматериалах и наноструктурах и методы их практического применения.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:
овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

Знать:

Процесс взаимодействия оптического излучения с нанообъектами, методы аппроксимации и численного решения уравнения переноса.

Уметь:

Рассчитывать и определять экспериментально оптические параметры, частичную концентрацию и гранулометрический состав нанообъектов.

Владеть:

Современными инструментальными методами исследования перспективных наноматериалов.

3. Краткое содержание дисциплины:

Электромагнитный спектр терагерцевого диапазона. Уравнение переноса оптического излучения. Методы его аппроксимации. Метаматериалы. Аномалия оптических свойств. Метаявления в наноматериалах. Плазмоника наноматериалов. Применение наноматериалов для управления параметрами среды.

4. Объем учебной дисциплины:

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108
Контактная работа:	1	36
Лекции (Лек)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	2	72
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		71,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	81
Контактная работа:	1	27
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	2	54
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		53,85
Контактная самостоятельная работа		0,15
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы дисциплины «Квантовая химия» (Б1.В.ОД.4)

1. Цель дисциплины – заложить фундамент для работы будущих специалистов в условиях современных наукоемких химико-технологических производств и обеспечить возможность самостоятельного и быстрого освоения ими инновационных производственных процессов и новой современной техники. Основными задачами дисциплины являются: изучение основных понятий современной квантовой химии и принципов квантово-химических методов расчета строения и свойств химических систем; введение студентов в круг основных представлений о химической связи и межмолекулярных взаимодействиях; изучение на этой основе особенностей химической связи в химических веществах разного строения и состава и их влияния на свойства материалов, освоение работы с основными квантово-химическими компьютерными программами, используемыми на практике. Дисциплина «Квантовая химия» базируется на компетенциях, полученных при изучении дисциплин математического и естественнонаучного цикла (курсов высшей математики, физики, общей и неорганической, органической и физической химии).

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3).

Знать:

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

Уметь:

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

Владеть:

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

3. Содержание дисциплины:

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

1. Общие принципы.

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

2. Методы квантовой химии.

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. Теория возмущений. Расчет энергии диссоциации химических связей.

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. r -электронное приближение. Метод Парризера-Попла-Парра. Простой и расширенный методы Хюккеля.

Точность квантово-химических расчетов химических свойств молекул.

3. 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. Топологическая теория химической связи. Электростатический и энергетический аспекты описания химической связи.

Электронное строение многоатомных молекул. Локализация и гибридизация орбиталей. Орбитальное и квантово-топологическое обоснование модели отталкивания электронных пар Гиллеспи. Электронно-колебательные (вибронные) эффекты в молекулах. Эффект Яна-Теллера.

Квантово-химический анализ межмолекулярных взаимодействий. Водородная связь. Методы расчета супрамолекулярных систем. Элементы квантовой химии наноразмерных систем. Квантовая химия элементов живых систем.

4. Квантово-химическое описание реакций.

Квантово-химическое описание химических реакций в газовой фазе. Поверхность потенциальной энергии химической реакции. Путь химической реакции, координата реакции. Переходное состояние или активированный комплекс. Особые точки равновесных и переходных состояний. Правило Вудворда-Хоффмана. Методы описания химических реакций: теория возмущений, метод координаты реакции, метод граничных молекулярных орбиталей Фукуи. Индексы реакционной способности. Электростатический потенциал.

Модели взаимодействия молекул с поверхностью. Хемосорбция.

5. Электронная структура твердых тел.

Одноэлектронные волновые функции в кристаллах и методы их расчета. Приближение локальной плотности. Уровень Ферми. Плотность состояний. Зонная структура твердых тел и обусловленные ею свойства. Кластерное приближение и его применение для анализа электронного строения кристаллических неупорядоченных и аморфных тел (силикаты, стекла, полимеры).

Заключение. Квантовая химия как инструмент прогноза в химии.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216
Контактная работа:	2,0	72
Лекции (Лек)	1,0	36
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	3,0	108
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен 36
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	162
Контактная работа:	2,0	54
Лекции (Лек)	1,0	27
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	3,0	81

Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен 27
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Введение в методы нелинейной динамики» (Б1.В.ДВ.1.1)**

1. Цель дисциплины состоит в приобретении магистрантами знаний и навыков использования современных математических и термодинамических методов анализа для решения широкого круга задач исследования и управления химико-технологическими процессами и нанопроцессами.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

– готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

– способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);

– готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6).

Знать:

– теоретические основы неравновесной термодинамики, качественной теории дифференциальных уравнений, теории хаоса;

– методы термодинамического анализа открытых физико-химических систем;

– типы неподвижных точек и методы их определения;

– основные типы бифуркаций в нелинейных системах;

– методы бифуркационного анализа;

– сценарии возникновения в нелинейных системах колебательных и хаотических режимов и методы исследования этих режимов.

Уметь:

– проводить термодинамический анализ открытых физико-химических систем с целью выявления дестабилизирующих процессов;

– определять неподвижные точки систем и их тип;

– строить фазовые портреты математических моделей;

– проводить бифуркационный анализ систем с управляющими параметрами;

– прогнозировать эволюцию физико-химических систем на основе их математических моделей.

Владеть:

– методами исследования устойчивости линейных и нелинейных систем;

– методами бифуркационного анализа;

– практическими навыками использования ЭВМ 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

Введение. Предмет и методы изучаемой дисциплины. Цели и задачи курса. Описание основных разделов курса. Структура курса и правила рейтинговой системы.

Модуль 1. Качественная теория дифференциальных уравнений

1.1. Неподвижные точки и их устойчивость. Первый метод Ляпунова.

1.2. Методика линеаризации нелинейных систем.

1.3. Предельные циклы в нелинейных системах. Методы исследования систем с предельными циклами. Структурная устойчивость колебаний.

1.4. Нелинейные системы с множественностью устойчивых стационарных состояний (на примерах математических моделей биотехнологии).

Модуль 2. Элементы бифуркационного анализа и теории хаоса

2.1. Понятие бифуркации. Бифуркация типа седло-узел. Бифуркация Андронова-Хопфа. Бифуркационная память систем. Прогнозирование возможных бифуркаций в системах.

2.2. Понятие странного аттрактора. Аттрактор Лоренца.

2.3. Бифуркация удвоения периода.

Модуль 3. Основы термодинамики неравновесных процессов

3.1. Краткий исторический очерк о развитии основ научного представления о необратимых процессах. Открытые и закрытые системы. Термодинамические потоки и движущие силы. Диссипативная функция термодинамических систем.

3.2. Термодинамика линейных необратимых систем. Соотношения взаимности Онзагера. Явление термодиффузии и диффузионный термоэффект. Устойчивость стационарных состояний. Принцип минимума производства энтропии и его применение в задачах химической технологии.

3.3. Термодинамика нелинейных необратимых систем. Функция Ляпунова для систем вдали от равновесия. Принципы термодинамического анализа. Химические и биохимические осцилляторы. Задачи о тепловой и концентрационной устойчивости химико-технологического процесса.

Заключение. Подведение итогов курса.

4. Объём учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В академ. часах
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	1	36
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,75	27
Самостоятельная работа (СР):	2	72
Подготовка к контрольным работам	0,5	18
Выполнение расчётно-графических работ (РГР)	1	36
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,5	18
Виды контроля:		
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6

Виды учебной работы	Всего
---------------------	--------------

	В зачётных единицах	В астр. часах
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1	27
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,75	20,25
Самостоятельная работа (СР):	2	54
Подготовка к контрольным работам	0,5	13,5
Выполнение расчётно-графических работ (РГР)	1	27
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,5	13,5
Виды контроля:		
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7

Аннотация рабочей программы дисциплины «Наноформы углерода и их инженерные приложения» (Б1.В.ДВ.1.2)

1. Целью дисциплины является приобретение базовых теоретических знаний и навыков в области получения и использования наноформ углерода.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

– готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

– способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);

– готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6).

Знать:

- Классификацию, области применения нанокристаллических материалов.
- Структуру и свойства основных нанокристаллических материалов.

Уметь:

- Рассчитывать количество нанокристаллических материалов в композитах.
- Предлагать оптимальный нанокристаллический материал для решения различных задач.

Владеть:

- Теоретическими знаниями о способах получения нанокристаллических материалов.

3. Содержание дисциплины

Раздел дисциплины	Разбираемые темы
Углеродные наноматериалы. Общие сведения, области и перспективы применения.	Введение. Общие сведения об углеродных наноматериалах. Области применения углеродных наноматериалов. Перспективы применения углеродных наноматериалов в адсорбции и катализе.
Строение углеродных наноматериалов, аллотропные формы углерода, структура реальных углеродных наноматериалов.	Строение углеродных наноматериалов. Валентные состояния атомов углерода. Аллотропные формы углерода. Идеализированная кристаллическая структура графита. Новые углеродные структуры. Рентгеноструктурный анализ

	углеродных наноматериалов.
Пористая структура углеродных наноматериалов, моделирование пористых систем, основные параметры пористой наноструктуры	Общие представления о пористой структуре углеродных наноматериалов. Пористая структура и ее влияние на свойства углеродных материалов. Строение реальных пористых тел. Моделирование пористых систем. Основные параметры пористой структуры углеродных наноматериалов. Методы исследования пористой структуры. Классификация пористой структуры.
Высокопористые углеграфитовые материалы и способы их получения. Стадии производства.	Высокопористые углеграфитовые материалы. Классификация искусственных углеродных наноматериалов. Общие сведения о технологии получения высокопористых углеграфитовых материалов. Высокопористый углеродные материалы на основе вспененных полимеров.
Активные угли. Классификация и способы получения. Основные виды сырья. Молекулярные углеродные сита.	Активные угли. Классификация активных углей. Способы получения активных углей. Парогазовая активация Гранулированные и дроблённые активные угли. Факторы, влияющие на формирование пористой структуры и скорость активации. Химическая активация. Углеродные молекулярные сита. Модифицированные активные угли. Методы регенерации активных углей. Химическая регенерация. Термическая регенерация. Утилизация твердых, газообразных и жидких отходов при получении активных углей.
Композиционные наноматериалы на основе углерода. Углеродные волокна. Методы формирования углеродных матриц.	Композиционные наноматериалы на основе углерода. Композиционные материалы из углепластиков. Углерод-углеродные композиционные материалы, армированные углеродными нановолокнами. Методы формирования углеродных матриц. Пористые углеродные волокна.
Гранулированные углерод-углеродные композиционные материалы. Пиролитический углерод.	Композиционные углерод-углеродные материалы на основе пиролитического углерода. Пиролитический углерод и его свойства. Гранулированные углерод-углеродных композиционных наноматериалов. Получение, свойства и области применения высокопористых гранулированных углерод-углеродных наноматериалов.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В академ. часах
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	1	36
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПЗ)	0,75	27
Самостоятельная работа (СР):	2	72
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2	72
Виды контроля:		
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6

Виды учебной работы	Всего	
	В зачётных единицах	В астр. часах
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1	27
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПЗ)	0,75	20,25
Самостоятельная работа (СР):	2	54
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2	54
Виды контроля:		
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7

Аннотация рабочей программы дисциплины «Хемометрика наносистем» (Б1.В.ДВ.2.1)

1. Цели дисциплины – овладение магистрантами структурными методами и алгоритмами обработки больших массивов экспериментальных данных, в том числе многомерного статистического анализа, оптимизации аналитической информации в области химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4).

Знать:

– предмет и метод хемометрики; 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, практикой применения пакетов прикладных программ по изученной дисциплине.

3. Краткое содержание дисциплины:

В курсе лекций излагаются методология и теория хемометрики, факторного и дискриминантного анализа, приемы хранения и обработки разреженных массивов. В качестве практических задач рассматривается выбор адекватных методов анализа и обработки экспериментальной информации, в том числе – при наличии помех, применение вычислительной техники для ее обработки.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Контактная работа:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,84	30
Подготовка к лабораторным занятиям	1,66	60
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен 36
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	135
Контактная работа:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,84	22,5
Подготовка к лабораторным занятиям	1,66	45
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен 27

Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

Аннотация рабочей программы дисциплины «Молекулярная биофизика и бионанотехнологии» (Б1.В.ДВ.2.2)

1. Целью дисциплины является изучение 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:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4).

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 кинетики трансмембранного транспорта.

3. Краткое содержание дисциплины:

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.

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.

3. Основные группы биологических соединений. Аминокислоты. Классификации. Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Фолдинг белка и механизм его регуляции. Нуклеиновые кислоты. Структура нуклеиновых кислот. Денатурация ДНК. Углеводы. Классификация и структуры (моносахариды, олигосахариды, полисахариды). Липиды, их строение. Самосборка липидных структур. Биомембраны. Исследование липидов в составе мембран. Межмолекулярные взаимодействия в биомембранах. Фазовые переходы липидов в биомембранах.

4. Основные положения ферментативного (био) катализа. Основные понятия энзимологии. Специфика биокатализаторов. Классификация ферментов. Специфика ферментативных реакций. Фермент-субстратный комплекс. Механизмы ферментативного катализа. Механизмы и кинетика ферментативных реакций.

5. Основные концепции и направления развития бионанотехнологии. Эволюционный и инженерный подход к созданию бионаномашин. Примеры бионаномашин.

6. Аналитические методы в бионанотехнологии. Методы молекулярной биологии и биотехнологии. Структурный анализ. Биофизические нанотехнологии.

7. Структурные принципы бионанотехнологии. Структура и стабильность биомолекул. Самоассемблирование и самоорганизация. Функциональные принципы бионанотехнологии. Информационно-управляемое ассемблирование бионаномашин. Рибосома как информационно-управляемый наноассемблер. Особенности и принципы химических нанотрансформаций в биосистемах. Бионанотранспорт.

8. Моделирование бионаноструктур. Основные программные продукты для молекулярного моделирования. Моделирование макромолекул. Предсказание структуры и функций макромолекул. Предсказание белкового фолдинга. Моделирование докинга молекул.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Контактная работа:	1,5	54
Лекции (Лек)	0,5	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,84	30
Подготовка к лабораторным занятиям	1,66	60
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен
		36
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	135
Контактная работа:	1,5	40,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5

Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,84	22,5
Подготовка к лабораторным занятиям	1,66	45
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен 27
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

Аннотация рабочей программы дисциплины «Новые наноструктурированные материалы» (Б1.В.ДВ.3.1)

1. Цели дисциплины – изучение наноструктурированных материалов: их строения, свойств, методов получения, методов измерения их характеристик, применение в технике. Основы наноструктур в биомедицине и фармацевтике.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способностью организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4).

Знать:

- основные понятия и характеристики наноструктурированных материалов;
- основные методы получения наноструктурированных материалов;
- методы аналитического измерения и определения структуры и свойств;
- оборудование, используемое для синтеза и получения наноструктурированных материалов.

Уметь:

- проводить аналитические исследования структур и свойств наноструктурированных материалов;
- предсказать отдельные свойства, зная характеристики структуры наноструктурированных материалов.

Владеть:

- методиками получения отдельных наноструктурированных материалов: пористого кремния, наногибридных аэрогелей;
- навыками к сбору, анализу и систематизации информации по рассматриваемой тематике.

3. Краткое содержание дисциплины:

Дисциплина состоит из четырех модулей:

Модуль 1. Объемные наноструктурированные материалы.

Модуль 2. Органические соединения и полимеры.

Модуль 3. Наноструктуры в биомедицине.

Модуль. 4. Наномашины и наноприборы.

В первом модуле будут изучаться объемные наноструктурированные материалы: разупорядоченные твердотельные структуры (методы синтеза, механические, электрические и другие свойства, многослойные материалы, металлические нанокластеры в оптических стеклах, пористый кремний), а также наноструктурированные кристаллы. Будут изучаться методы измерения характеристик и свойств наноматериалов. Примеры композитных функциональных материалов. Во втором модуле будут даны понятия полимерных структур, нанокристаллов ароматических и полидиациетиленовых соединений, характеристики и примеры проводящих полимеров, супрамолекулярных структур: дендритоподобных молекул, супрамолекулярных дендример, мицелл, а также возможности их применения в фармацевтике. В третьем модуле будут рассмотрены наноструктурированные материалы, применяемые в целях ранней диагностики опасных болезней, адресной доставки лекарств к пораженным тканям и органам, трансплантации и регенерации тканей, нанохирургии, протезирования, а также молекулярных инструментов. В четвертом модуле будут рассмотрены наномашины и наноприборы, микроэлектромеханические системы, наноэлектромеханические системы, молекулярные и супрамолекулярные триггеры (переключатели), нанороботы. На лабораторных работах и практических занятиях студенты будут знакомиться с методами получения наноструктурированных материалов, исследованием их характеристик и определением свойств. Для самостоятельного изучения отдельных составляющих дисциплины и подготовки к экзамену будут подготовлены специальные раздаточные материалы.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216
Контактная работа:	2,5	90
Лекции (Лек)	0,5	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,0	36
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,5	90
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен 36
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	162
Контактная работа:	2,5	67,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,0	27
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,5	67,5
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен 27
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

Аннотация рабочей программы дисциплины «Теория эксперимента для нанотехнологий» (Б1.В.ДВ.3.2)

1. Цели дисциплины – формирование у магистрантов опыта и навыков оптимальной стратегии экспериментирования при изучении нанопроцессов и наносистем, построения прецизионных моделей нанопроцессов и наносистем, допускающих их практическое использование, ознакомление с методами планирования и анализа непрерывного и статического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей и выбора модели из совокупности конкурирующих, отражающей основные нюансы динамики и статики изучаемых нанопроцессов, проведение практических работ с применением современных средств вычислительной техники.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способностью организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4).

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 нанотехнологий.

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 теорему эквивалентности при создании процедур построения планов эксперимента;
- Рассчитывать значения элементов информационной матрицы и величин критериев оптимальности планов;
- 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 физико-химических процессов 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 оценки параметров моделей нанопроцессов и наносистем при использовании априорной информации о физико-химических свойствах объекта исследований;
- 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. Задачи курса. Классификация научных и научно-технических задач наноинженерии. 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.

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 интегральные, дифференциальные, безградиентные.

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 нанопроцессов.

1.7. Определение оценок параметров моделей по результатам лабораторного эксперимента. Применение методов статистического моделирования при определении соответствия математической модели результатам эксперимента.

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. Метод наименьших квадратов. 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. Метод максимального правдоподобия, отношение правдоподобия. Неравенство информации, оценки с минимальной дисперсией и достаточные оценки. Оценка вектора параметров модели. Асимптотические свойства оценок максимального правдоподобия.

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 существенно превышающие доминирующие и общее число поставленных опытов. Для оценки числа доминирующих факторов используются теория распознавания образов и методы теории регрессионного и конъюгентного анализа. Метод случайного баланса иллюстрируется на примерах синтеза наноматериалов, 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 моделей.

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.

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. Однооткликовые модели. Байесовские процедуры уточнения их параметров. Построение последовательных планов эксперимента.

5.3. Многооткликовые модели. Последовательные байесовские процедуры прецизионной оценки их параметров. Непрерывные планы эксперимента.

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.

7. Планирование динамического эксперимента для прецизионной оценки параметров моделей гидродинамической структуры потоков, зерна катализатора с наночастицами, каталитического реактора.

7.1. Классификация идентифицируемых моделей структуры потоков в реакторе, моделей зерна катализатора с наночастицами, моделей каталитического реактора.

7.2. Планирование динамического эксперимента. Синтез оптимальных индикаторных сигналов, процедуры отдельной 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.

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 критерий. Условия существования равномерно наиболее мощного критерия, теорема Неймана-Пирсона.

8.3. Метод отношения правдоподобия. Методы Бартлетта и Хагао – проверки адекватности многоотклитковых моделей нанопроцессов и наносистем экспериментальным данным.

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.

10. Планирование дискриминирующих экспериментов. Обобщенные критерии оптимальности.

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 наноинженерии.

Заключение. Заключительная лекция по подведению итогов курса.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216
Контактная работа:	2,5	90
Лекции (Лек)	0,5	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,0	36
Практические занятия (ПЗ)	1,0	36
Самостоятельная работа (СР):	2,5	90
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,5	90
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен
		36
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
---------------------	---------------------	-------------------

Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	162
Контактная работа:	2,5	67,5
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,0	27
Практические занятия (ПЗ)	1,0	27
Самостоятельная работа (СР):	2,5	67,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,5	67,5
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен
		27
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

Аннотация рабочей программы дисциплины «Полимерные наноструктуры и их ресурсосберегающие применения» (Б1.В.ДВ.4.1)

1. Цели дисциплины: изучение наноструктурированных полимерных материалов: их строения, свойств, методов получения, методов измерения их характеристик, применение в технике и других областях народного хозяйства.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

– способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

– способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);

– готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

– готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7).

Знать:

- основные понятия и характеристики наноструктурированных полимерных материалов;
- основные методы получения наноструктурированных полимерных материалов;
- методы измерения и определения полимерной наноструктуры и свойств наноструктурированных полимеров;
- оборудование, используемое для получения наноструктурированных полимерных материалов.

Уметь:

- проводить исследования структур и свойств наноструктурированных полимерных материалов;
- предсказать отдельные свойства наноструктурированных полимерных материалов, зная отдельные характеристики их структуры.

Владеть:

- методиками получения отдельных наноструктурированных полимерных материалов: блок-сополимеров, нанопористых полимеров, многослойных плёнок;
- навыками сбора, анализа и систематизации информации по рассматриваемой тематике.

3. Краткое содержание дисциплины.

Рассматриваются общие положения о процессах формирования наноструктуры полимерных материалов, основные свойства структурных элементов наноразмерного масштаба в полимерных системах, методы получения «наночастиц» или «нанореакторов» и практическое использование достоинств таких структур.

Проводится сравнение способов получения полимерных нанокомпозитов, содержащих «наночастицы», сформированные в наноструктурированных полимерных системах: блок-сополимерах, дендримерах, нанопористых полимерах и многослойных плёнках. Наноструктуры в полимерных системах играют роль «нанореакторов» по отношению к растущим наночастицам, размер, распределение по размерам и форма которых определяются условиями синтеза полимера и параметрами наноструктур.

Проведено ознакомление и обсуждение каталитических, магнитных и оптических свойств таких структурированных полимерных нанокомпозитов.

Рассмотрены примеры реализации элементов нанотехнологий, основанных на принципах создания наноструктур в аморфных и кристаллических полимерах, сополимерах и высокомолекулярных композитах.

Рассмотрена задача математического моделирования методом Монте-Карло процесса формирования наноструктуры электропроводящего полимерного материала полипиррола на основе модели с фиксированным валентным углом и принципа необратимой агрегации Идена.

На лабораторных работах и практических занятиях студенты будут знакомиться с методами получения наноструктурированных полимеров, исследованием их характеристик и определением свойств. Для самостоятельного изучения отдельных составляющих дисциплины и подготовки к экзамену будут подготовлены специальные раздаточные материалы.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Контактная работа:	2,0	72
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПР)	0,5	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,25	45
Самостоятельная работа (СР):	2,0	72
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,0	72
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен 36
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	135
Контактная работа:	2,0	54
Лекции (Лек)	0,25	6,75
Практические занятия (ПР)	0,5	13,5
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,25	33,75
Самостоятельная работа (СР):	2,0	54
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,0	54
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен

		27
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы создания нанобъектов и наноструктурированных материалов» (Б1.В.ДВ.4.2)

1. Целью дисциплины является 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 математической формулировкой законов, описывающих процессы зарождения и роста нанобъектов, формирования и стабилизации самоорганизующихся систем, поведения коллоидов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

– способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

– способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);

– готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

– готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7).

Знать:

- термодинамические основы синтеза нанобъектов, наноструктурированных коллоидных систем и нанокомпозитов;

- 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:

Дисциплина включает 6 модулей.

Модуль 1. 1. Термодинамические явления на границе раздела фаз. В рамках данного модуля 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.

Модуль 2. Стабилизация дисперсных систем, наноструктурированные жидкости. В рамках данного модуля 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.

Модуль 3. Синтез наноразмерных объектов. В рамках данного модуля 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.

Модуль 4. Поверхностно-активные вещества, явления самоорганизации и применение ПАВ для получения наноструктурированных материалов. В рамках данного модуля 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.

Модуль 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.

Модуль 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Контактная работа:	2,0	72
Лекции (Лек)	0,25	9
Практические занятия (ПР)	0,5	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,25	45
Самостоятельная работа (СР):	2,0	72
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,0	72
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен
		36
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	135
Контактная работа:	2,0	54
Лекции (Лек)	0,25	6,75

Практические занятия (ПР)	0,5	13,5
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,25	33,75
Самостоятельная работа (СР):	2,0	54
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,0	54
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен 27
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

Аннотация рабочей программы дисциплины «Инженерное творчество и инновационный менеджмент в наноинженерии» (Б1.В.ДВ.5.1)

1. Цель дисциплины состоит в активизации технического творчества у будущих научных работников в области создания новой техники, высококачественной конкурентоспособной наукоемкой продукции, новых и высоких технологий.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

- готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);

- готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);

- готовностью к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);

- способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);

- способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10);

- способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);

- способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12).

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 решения и успешно их воплощать в виде изобретений и патентов при создании новых технологий, материалов, процессов и аппаратов;

Владеть:

- методами качественного и количественного анализа химико-технологических процессов, методами выявления проблем и противоречий в ситуациях создания новых процессов и аппаратов химической технологии, методами оптимального синтеза

структуры исследуемого объекта, методами изобретательской и инновационной деятельности.

3. Краткое содержание дисциплины:

Модуль 1. Основные понятия изобретательства

Законы развития технических систем. Изобретательские задачи. Изобретение и его признаки. Уровни изобретательских решений. Международная классификация изобретений.

Модуль 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.

Модуль 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.

Модуль 4. Метод Коллера. Вепольные системы

Правила преобразования веполя. Пример решения задачи с применением веполей.

Модуль 5. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ). Пример решения изобретательской задачи с применением АРИЗ.

Модуль 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.

Модуль 7. Построение метода синтеза эвристических приемов

Интерпретация и конкретизация обобщенных эвристических приемов. Процедура инверсии эвристических приемов. Верификация метода синтеза эвристических приемов и формирование объектно-ориентированных фондов эвристических приемов. Классификация объектов и процессов химической технологии. Классификация параметров и математических моделей химического процесса, химической реакции и механизма химической реакции. Верификация метода синтеза эвристических приемов на технологических решениях. Классификация параметров и математических моделей физико-технических эффектов для контактного аппарата, контактной ступени и контактного устройства аппарата. Верификация эвристических приемов на технических решениях. Информационно-поисковая система по эвристическим приемам. Метод решения задач концептуального проектирования на основе использования системы «конфликт – частный эвристический прием». Архитектура информационно-поисковой системы.

Модуль 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

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108
Контактная работа:	1,0	36
Лекции (Лек)	0,5	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	1,0	36
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,0	36
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен 36
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	81
Контактная работа:	1,0	27
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	1,0	27
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,0	27
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен 27
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Ресурсосберегающие сверхкритические технологии в нанотехнологиях» (Б1.В.ДВ.5.2)

1. Цели дисциплины – изучение теории и практики сверхкритических технологий (СКТ) для получения наноструктурированных композиционных и функциональных материалов. Изучение опыта использования СКТ в нанотехнологиях для различных задач. Моделирование СКТ.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

овладеть следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

– готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);

овладеть следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

– способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);

– готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);

– готовностью к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);

- способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);
- способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10);
- способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);
- способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12).

Знать:

- основные понятия, определения, классификации СК процессов;
- основные технологии и оборудование СК процессов (сушка, адсорбция, экстракция, хроматографическое разделение);
- параметры ведения процессов и методы получения неорганических, органических и гибридных аэрогелей в виде монолитов и частиц;
- основные физические, механические, теплоизоляционные свойства различных типов аэрогелей;
- виды аналитического оборудования для анализа свойств аэрогелей;
- основные аспекты, связанные с безопасностью при работе со СКТ.

Уметь:

- дать рекомендации по использованию СКТ для производства различных типов аэрогелей как функциональных и композиционных материалов;
- рассчитать по модели параметры ведения процесса СК сушки;
- рассчитать по модели структурные свойства получаемого аэрогеля;
- проводить в лабораторных условиях процесс СК сушки и получать различные виды аэрогелей.

Владеть:

- навыками к сбору, анализу и систематизации информации по рассматриваемой тематике;
- умением работы на СК оборудовании;
- предполагаемыми в рамках курса пакетами программ по расчету процесса СК сушки и генерации структуры.

3. Краткое содержание дисциплины:

Дисциплина состоит из четырех модулей:

Модуль 1. Теория сверхкритических флюидов (СКФ).

Модуль 2. СК технологии и оборудование.

Модуль 3. СКТ для производства аэрогелей, как новых композиционных и функциональных материалов.

Модуль 4. Математические модели для расчета СК процессов и компьютерные модели для генерации структур аэрогелей.

В первом модуле будет изучаться теория сверхкритических флюидов. Рассмотрены типы веществ, которые могут быть использованы в качестве СКФ; основные параметры СКФ. Перспективность и примеры использования СКТ. Во втором модуле будут рассмотрены такие СК процессы, как сушка, адсорбция (импрегнация), экстракция и хроматография, используемая для разделения белков в микробиологии и изомеров в химии, а также основное оборудование для этих процессов и технологические параметры работы оборудования. В третьем модуле будут изучены основные методики получения неорганических, органических и гибридных аэрогелей в виде монолитов и микрочастиц. Рассмотрены физико-химические, механические и теплоизоляционные свойства аэрогелей, которые могут быть использованы как функциональные, так и

композиционные материалы в качестве сорбентов, тепло- и шумоизоляторов, в регенеративной медицине и как средства доставки лекарственных препаратов в фармацевтике. Изучены структурные свойства аэрогелей и рассмотрены основные типы аналитического оборудования для их определения. Лекции по третьему модулю будут дополнены лабораторными работами. В четвертом модуле магистранты будут ознакомлены с существующими программами для ЭВМ, разработанными с использованием математических моделей процесса сушки и компьютерной модели генерации структуры аэрогеля. На лабораторных работах будут рассчитываться как параметры ведения процесса, так и характеристики аэрогеля. Лекции и лабораторные работы дополнены самостоятельным изучением рекомендуемой литературы.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108
Контактная работа:	1,0	36
Лекции (Лек)	0,5	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	1,0	36
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,0	36
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен 36
Подготовка к экзамену		35,6
Контактная аттестация		0,4

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	81
Контактная работа:	1,0	27
Лекции (Лек)	0,5	13,5
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	1,0	27
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,0	27
Вид контроля: зачет / экзамен	1	Экзамен 27
Подготовка к экзамену		26,7
Контактная аттестация		0,3

4.5. Практики

Аннотация рабочей программы «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» (Б2.У.1)

1. Цель учебной практики - научить магистрантов практическим умениям и навыкам использования современных математических методов, моделей, информационных и программных средств, лабораторного оборудования и приборов для решения широкого круга задач моделирования, оптимизации, автоматизированного проектирования и управления химическими, нефтехимическими, биотехнологическими производствами – объектами научно-исследовательской деятельности магистранта.

2. В результате прохождения учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков обучающийся должен:

обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способность организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способность использовать современные методики и методы, в проведении эксперимента и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);
- способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);
- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

знать:

- порядок организации и проведения научных и практических исследований с использованием современных методов и технологий;
- современные модели, методы, методики решения задач моделирования, проектирования, оптимизации и управления химико-технологическими процессами и системами;
- функциональные возможности универсального и специализированного программного обеспечения для решения практических задач научных исследований;

уметь:

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Интернет-технологий;
- использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;

владеть:

- 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 учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков

Модуль 1. Изучение объекта практического исследования научно-исследовательской работы магистранта. Анализ истории становления и развития объекта практических исследований; современного состояния, наилучших существующих

технологий, методов и способов интенсификации технологических процессов, эффективности использования оборудования и других технических и технико-экономических решений.

Модуль 2. Проведение лабораторных или практических исследований и экспериментов по тематике научно-исследовательской работы магистранта. Изучение и использование современных методик исследования, характеристик оборудования, установок. Составление планов экспериментов и выбор методов их анализа и обработки. Систематизация полученных результатов.

Модуль 3. Проведение компьютерного моделирования и обработки экспериментальных и практических результатов. Изучение и/или закрепление навыков работы с использованием универсального и специализированного программного обеспечения (программных модулей, комплексов программных средств). Обоснование 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 технологических регламентов производств и нормативно-методических документов объекта исследований, поиска информации в базах данных и на официальных сайтах предприятий, организаций, информационно-библиотечных систем и др. Систематизация полученных результатов расчета.

Модуль 4. Подготовка и оформление отчета по практике

4. Объем учебной практики

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	216
Контактная работа (КР):	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	216
Индивидуальное задание	1,0	36
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе учебной практики	5,0	180
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	162
Контактная работа (КР):	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	162
Индивидуальное задание	1,0	27
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе учебной практики	5,0	135
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

**Аннотация рабочей программы «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)»
(Б2.П.1)**

1. Цель производственной практики – получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

2. В результате прохождения производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологической практики) обучающийся по программе магистратуры должен:

обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способность организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способность использовать современные методики и методы, в проведении эксперимента и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);
- способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);
- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);
- готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);
- готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);
- способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);
- способность оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10);
- способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);
- способность создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12);

знать:

- существующие способы и методы организации и управления технологическими процессами и производствами;
- принципы организации проведения экспериментов и испытаний по контролю качества продукции;
- принципы и способы защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности;

уметь:

- работать с технологическими регламентами, техническими регламентами, техническими условиями и другими документами, регламентирующими деятельность на предприятии;
- проводить анализ объекта исследований как объекта управления,

проектирования, реконструкции, модернизации;

– выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики;

– выполнять обработку и анализ результатов экспериментов и испытаний с использованием универсального и специализированного программного обеспечения;

– анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению;

владеть:

– приемами разработки планов и программ проведения научных исследований, технических разработок, заданий для исполнителей.

3. Краткое содержание технологической практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологической практики)

Закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися при изучении программы магистратуры.

Получение обучающимися практических навыков по организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом исполнителей.

Развитие у обучающихся навыков научно-исследовательской деятельности.

4. Объем производственной практики

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	216
Контактная работа (КР)	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	216
Индивидуальное задание	1,0	36
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе технологической практики	5,0	180
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	162
Контактная работа (КР)	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	162
Индивидуальное задание	1,0	27
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе технологической практики	5,0	135
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Аннотация рабочей программы преддипломной практики (Б2.П.2)

1. Цель преддипломной практики – выполнение выпускной квалификационной работы.

2. В результате прохождения преддипломной практики обучающийся должен: обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способность организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способность использовать современные методики и методы, в проведении эксперимента и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);
- способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);
- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);
- готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);
- готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);
- способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);
- способность оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК- 10);
- способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);
- способность создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12);

знать:

- физико-химические закономерности технологии по профилю выпускной квалификационной работы;
- экономические показатели технологии;
- комплекс мероприятий по технике безопасности, охране окружающей среды, охране труда;

уметь:

- работать с технологическими регламентами, техническими регламентами, техническими условиями и другими документами, регламентирующими деятельность на предприятии;
- выполнять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, осуществлять выбор методик и средств решения задач, поставленных программой практики;
- осуществлять контроль самостоятельной и коллективной научно-исследовательской работы;
- выполнять подготовку научно-технической документации для проведения научных исследований и технических разработок;
- выполнять расчеты, связанные как с разработкой заданий для отдельных исполнителей, так и с составлением планов и программ проведения научных исследований и технических разработок в целом;

владеть:

- системой планирования и организации научно-исследовательских и проектных работ в рамках изучаемой программы магистратуры;
- основными должностными функциями руководящего персонала (руководителя научной группы, проекта, программы) в рамках изучаемой программы магистратуры.

3. Краткое содержание преддипломной практики

Приобретение знаний и навыков по организации и управлению отдельными этапами и программами проведения научных исследований и технических разработок.

Изучение экономики и организации производства, охраны труда, охраны окружающей среды, мер техники безопасности в масштабах отделения, участка предприятия. Подготовка исходных данных для выполнения выпускной квалификационной работы.

4. Объем преддипломной практики

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	216
Контактная работа (КР)	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	216
Индивидуальное задание	1,0	36
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе технологической практики	5,0	180
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

Виды учебной работы	Объем	
	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6,0	162
Контактная работа (КР)	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	162
Индивидуальное задание	1,0	27
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе преддипломной практики	5,0	135
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой

4.6. Производственная практика: НИР (Б.2.Н.1)

1. Цель производственной практики: НИР - формирование необходимых компетенций для осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии по магистерской программе «Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование».

2. В результате выполнения производственной практики: НИР обучающийся по программе магистратуры должен:

Обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) компетенциями:

- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

– готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

– готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);

профессиональными (ПК) компетенциями:

- способность формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);

- способность организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);

- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);

- способность использовать современные методики и методы, в проведении эксперимента и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);

- способность составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);

- готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

- готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);

- готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);

- способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);

- способность оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10);

- способность разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);

- способность создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12).

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 производственной практики: НИР

Введение. Выбор темы исследования.

Модуль 1. Обзор литературы по теме исследования. Составление аналитического литературного обзора.

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 диссертации.

Модуль 2. Постановка цели и задач исследования. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме.

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, определение 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 работы. Написание тезисов докладов и статей; составление докладов с использованием современного компьютерного обеспечения. Составление отчета и презентации.

Модуль 3. Обзор текущей литературы. Составление методик исследования. Написание тезисов, статей, отчетов и докладов.

Поиск текущей литературы по базам ВИНТИ РАН, каталогам электронных библиотек, приведенных в разделе 11 настоящей программы дисциплины. Составление методик исследования и их отработка.

Написание тезисов докладов, составление докладов и презентаций. Выступление на конференциях различного уровня. Написание статей в научные журналы. Составление отчета по НИР за 2-ой семестр и презентации отчета.

Модуль 4. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме диссертации.

Определение характеристик объектов исследования. Проведение эксперимента (лабораторного и вычислительного), анализ и интерпретация результатов, формулирование выводов и заключений. Сопоставление собственных данных с данными научных источников из литературы, объяснение закономерностей, обнаруженных в процессе исследования. Выявление новизны результатов. Формулировка рекомендаций к использованию на практике результатов, полученных в ходе исследования.

Подготовка отчета и презентации результатов НИР за 2-ой семестр.

Модуль 5. Обзор текущей литературы. Написание методической (теоретической) главы диссертации.

Поиск и проработка текущей литературы, необходимой для интерпретации результатов исследования. Написание главы диссертации, содержащей характеристики объектов исследования, методики определения этих характеристик и методики проведения экспериментов.

Написание тезисов докладов, составление докладов и презентаций. Выступление на конференции МКХТ и других семинарах и конференциях различного уровня.

Модуль 6. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме.

Калибровки приборов, отладка экспериментальных стендов. Проведение экспериментальных исследований, анализ и интерпретация результатов. Проведение компьютерных вычислительных экспериментов. Сопоставление полученных результатов с данными научных источников, описание механизмов и корреляций, обнаруженных в процессе исследования. Интерпретация результатов компьютерного моделирования. Формулирование новизны полученных результатов. Формулировка рекомендаций к использованию результатов на практике.

Подготовка отчета и презентации результатов НИР за 3-ий семестр.

Модуль 7. Проведение экспериментальных и расчетно-экспериментальных исследований по теме. Формулирование научных выводов

Проведение экспериментов, окончательный анализ результатов. Интерпретация полученных зависимостей и корреляций. Завершается работа выводами и заключением, в которых тезисно, по порядку выполнения задач, излагаются результаты всего исследования.

Модуль 8. Оформление материалов магистерской диссертации, подготовка отчета по НИР и презентации к защите.

Оформление материалов магистерской диссертации, согласно ГОСТа. Подготовка материалов презентации к докладу и самого доклада.

4. Объем производственной практики: НИР

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	36,0	1296
Контактная работа (КР):	17,0	612
Контактная работа с преподавателем	17,0	612
Самостоятельная работа (СР):	18,0	648
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	18,0	684
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен (36)
В том числе по семестрам:		
1 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	9,0	324
Контактная работа (КР):	4,75	171
Контактная работа с преподавателем	4,75	171
Самостоятельная работа (СР):	4,25	153
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	4,25	153
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
2 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	6,0	216
Контактная работа (КР):	2,75	99
Контактная работа с преподавателем	2,75	99
Самостоятельная работа (СР):	3,25	117
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	3,25	117
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
3 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	9,0	324
Контактная работа (КР):	4,5	162
Контактная работа с преподавателем	4,5	162
Самостоятельная работа (СР):	4,5	162
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	4,5	162
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
4 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	12,0	432
Контактная работа (КР)	5,0	180
Контактная работа с преподавателем	5,0	180
Самостоятельная работа (СР):	6,0	216
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	6,0	216
Вид контроля: зачет / экзамен		Экзамен (36)
Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах

Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	36,0	972
Контактная работа (КР):	17,0	459
Контактная работа с преподавателем	17,0	459
Самостоятельная работа (СР):	18,0	486
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	18,0	486
Вид контроля: зачет / экзамен	1,0	Экзамен 27
В том числе по семестрам:		
1 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	9,0	243
Контактная работа (КР):	4,75	128.25
Контактная работа с преподавателем	4,75	128.25
Самостоятельная работа (СР):	4,25	114.75
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	4,25	114.75
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
2 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	6,0	162
Контактная работа (КР):	2,75	74.25
Контактная работа с преподавателем	2,75	74.25
Самостоятельная работа (СР):	3,25	87.75
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	3,25	87.75
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
3 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	9,0	243
Контактная работа (КР):	4,5	121.5
Контактная работа с преподавателем	4,5	121.5
Самостоятельная работа (СР):	4,5	121.5
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	4,5	121.5
Вид контроля: зачет / экзамен		Зачет с оценкой
4 семестр		
Общая трудоемкость в семестре	12,0	324
Контактная работа (КР)	5,0	135
Контактная работа с преподавателем	5,0	135
Самостоятельная работа (СР):	6,0	162
Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР	6,0	162
Вид контроля: зачет / экзамен		Экзамен 27

4.7. Государственная итоговая аттестация.

Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты (Б.3)

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 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

2. В результате государственной итоговой аттестации – защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, обучающийся по программе магистратуры должен обладать следующими компетенциями:

общекультурными компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

общепрофессиональными компетенциями:

- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);
- готовностью к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности (ОПК-5);

профессиональными компетенциями:

- способностью формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения и решать их (ПК-1);
- способностью организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2);
- готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-3);
- способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);
- способностью составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5);
- готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);
- готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке (ПК-7);
- готовностью к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования (ПК-8);
- способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности (ПК-9);

- способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий (ПК-10);
- способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов (ПК-11);
- способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства (ПК-12).

Знать:

- принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;
- методы математического моделирования, оптимизации, управления и проектирования химико-технологических процессов (ХТП) и систем;
- методы и подходы к проектированию информационных систем, баз данных и знаний для решения задач моделирования, синтеза и управления энерго- и ресурсосберегающими процессами в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- методы искусственного интеллекта для решения задач прогнозирования, оптимизации и управления ХТП;
- правила и порядок подготовки научно-технических отчетов, аналитических обзоров и справок, требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;
- приемы защиты интеллектуальной собственности;

Уметь:

- разрабатывать новые технические и технологические решения на основе результатов научных исследований;
- создавать математические модели описания технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий;
- использовать универсальное и специализированное программное обеспечение для решения задач моделирования, проектирования, оптимизации и управления энерго- и ресурсосберегающими химическими процессами и химико-технологическими системами;
- разрабатывать программы и выполнять научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулировать выводы и рекомендации;

Владеть:

- методами математического моделирования, информационного моделирования и искусственного интеллекта и навыками их использования при решении профессиональных задач;
- методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества, химической продукции с применением проблемно-ориентированных методов;
- навыками работы в коллективе, планирования и организации коллективных научных исследований;
- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских работ.

3. Краткое содержание дисциплины:

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программе магистратуры проводится в форме защиты выпускной квалификационной работы (ВКР), включая подготовку к защите и процедуру защиты, – магистерской диссертации. Государственная итоговая аттестация в форме защиты ВКР проходит в 8 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Государственная итоговая аттестация магистров – защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль знаний обучающихся, полученных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «магистр».

4. Объем ГИА

Программа относится к базовой части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» (Б3) и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 4 семестре (2 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую подготовку в области математического моделирования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, методов искусственного интеллекта, экспертных систем, баз данных и знаний, а также умеют применить их практические приложения для задач моделирования, проектирования, оптимизации и управления ХТП и ХТС в соответствии с темой магистерской диссертации.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216
Самостоятельная работа (СР):	6	216
Выполнение, написание и оформление ВКР	6	216
Вид контроля: защита ВКР		защита ВКР

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	162
Самостоятельная работа (СР):	6	162
Выполнение, написание и оформление ВКР	6	162
Вид контроля: защита ВКР		защита ВКР

4.8. Факультативы

Аннотация рабочей программы дисциплины «Профессионально-ориентированный перевод» (ФТД.1)

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 по программе магистратуры должен:

Обладать следующими компетенциями:

- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);

- способностью составлять научно-технические отчеты и готовить публикации по результатам выполненных исследований (ПК-5).

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:

Модуль 1. Перевод предложений с видовременными формами Indefinite, Continuous

1.1. Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод простого повествовательного предложения настоящего, будущего и прошедшего времени.

Особенности перевода вопросительных и отрицательных предложений в различных временах.

1.2 Перевод предложений во временах Indefinite, Continuous. Чтение и перевод по теме "Нефтехимия".

Модуль 2. Перевод предложений с использованием видовременных форм Perfect, Perfect Continuous.

2.1. Перевод предложений во временах групп Perfect, Perfect Continuous (утвердительные, вопросительные и отрицательные формы). Особенности употребления вспомогательных глаголов.

2.2 Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.

Чтение и перевод текстов по теме "Наука и научные методы". Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3. Перевод придаточных предложений.

Придаточные подлежащие.

Придаточные сказуемые.

Придаточные определительные.

Придаточные обстоятельственные, придаточные дополнительные.

2.4. Типы условных предложений, правила и особенности их перевода.

Практика перевода на примерах текстов о *Химии, биотехнологии, Д.И. Менделееве, науке и химической технологии.*

2.5. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Прямая и косвенная речь.

- 2.6. Различные варианты перевода существительного в предложении.
 2.7. Модальные глаголы и особенности их перевода.
 Развитие навыков перевода по теме "Наука завтрашнего дня".
 2.8. Специальная терминология по теме "Лаборатория".
 2.9. Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме "Лаборатория, измерения в химии и биотехнологии".

Модуль 3. Особенности перевода предложений с использованием неличных форм глагола.

3.1. Неличные формы глагола.

Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий.

3.2. Инфинитивные обороты.

Оборот дополнение с инфинитивом. Варианты перевода на русский язык. Терминология по теме "Современные технологии".

3.3. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.

Терминология по теме "Ресурсосберегающие нанопроцессы".

3.4. Перевод причастных оборотов.

Абсолютный причастный оборот и варианты перевода.

Развитие навыков перевода по теме "Ресурсосберегающие нанопроцессы, технологии и оборудование".

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Контактная работа (КР):	1	36
<i>Лекции учебным планом не предусмотрены</i>	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Самостоятельная работа (СР):	1	36
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	1	36
Вид контроля: <u>зачет</u> / экзамен	-	зачет

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54
Контактная работа (КР):	1	27
<i>Лекции учебным планом не предусмотрены</i>	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1	27
Самостоятельная работа (СР):	1	27
Упражнения по соответствующим разделам дисциплины	1	27
Вид контроля: <u>зачет</u> / экзамен	-	зачет

Аннотация рабочей программы дисциплины «Социология и психология профессиональной деятельности» (ФТД.2)

1. Цель дисциплины направлена на формирование социально ответственной личности, способной осуществлять критический 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:

- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- способностью организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ПК-2).

Знать:

- сущность проблем организации и самоорганизации личности, ее 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, характеризующиеся конструктивным уровнем 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

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

1.1. Современное общество в условиях глобализации и информатизации. Типы современных обществ: общество риска, общество знания, информационное общество. Социальные и психологические последствия информатизации общества. Футурошок. Культурошок. Аномия. Адаптационные копинг-стратегии. Личность в современном обществе. Рефлексирующий индивид. Человек как субъект деятельности. Самодиагностика и самоанализ профессионального развития.

1.2. Общее понятие о личности

Личность и ее структура. Самосознание: самопознание, самоотношение, саморегуляция. Основные подходы к изучению личности. Развитие личности. Социальная и психологическая структура личности. Ценностные ориентации и предпочтения личности. Личность в системе непрерывного образования. Самообразование как основа непрерывного образования. Толерантное восприятие социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий.

1.3. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.

Темперамент и характер в структуре личности. Проявление темперамента в деятельности. Структура и типология характера. Формирование характера. Построение взаимодействия с людьми с учетом их индивидуальных различий. Стратегии развития и саморазвития личности. Личные приоритеты. Целеполагание. Ценности как основа целеполагания. Цели и ключевые области жизни. Life Management и жизненные цели. Smart - цели и надцели. Цель и призванные обеспечить ее достижения задачи и шаги. Копинг-стратегии. Искусство управлять собой.

1.4. Когнитивные процессы личности

Общая характеристика когнитивных (познавательных) процессов личности. Ощущение и восприятие: виды, свойства, особенности развития. Внимание и память: виды, свойства, функции. Развитие и воспитание внимания. Возрастные и индивидуальные особенности памяти. Приемы рационального заучивания. Мышление и его формирование. Типология мышления: формы, виды, операции, индивидуальные особенности. Мышление и речь. Способы активизации мышления. Воображение: виды, функции, развитие. Воображение и творчество. Приемы эффективного чтения. Тренировка памяти и внимания.

1.5. Функциональные состояния человека в труде. Стресс и его профилактика

Общее понятие об эмоциях и чувствах: функции, классификация, особенности развития. Способы управления своим эмоциональным состоянием. Общее представление о воле. Психологическая структура волевого акта. Развитие и воспитание силы воли. Функциональные состояния человека в труде. Регуляторы функциональных состояний. Классификация функциональных состояний. Психологический стресс как функциональное состояние. Психология стресса. Профилактика стресса и формирование стрессоустойчивости. Методы управления функциональными состояниями.

1.6. Психология профессиональной деятельности

Человек и профессия. Структура профессиональной деятельности. Психологические направления исследования человека в структуре профессиональной деятельности. Профессиографирование как метод изучения профессиональной деятельности. Виды профессиографирования. Задачи психологии профессиональной деятельности. Психологические признаки и регуляторы труда. Профессионально важные качества.

Модуль 2. Человек как участник трудового процесса

2.1. Основные этапы развития субъекта труда

Человек как субъект труда: структура основных компонентов. Этапы развития субъекта труда (периодизация Е. А. Климова). Кризисы профессионального становления (Е. Ф. Зеер). Внутриличностный конфликт и способы его разрешения.

2.2. Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом

Потребности и мотивы личности. Классификация потребностей и виды мотивации. Иерархия потребностей (пирамида А. Маслоу). Трудовая мотивация. Мотивы трудового поведения (В. Г. Подмарков). Основные теории трудовой мотивации и удовлетворенности трудом (Д. Макклеланд, Ф. Герцберг, В. Врум и др.). Мотивация поведения человека в организации. Сущность мотивации как функции управления в организации. Природа мотивации. Функции мотивов поведения человека. Мотивация и управление. Психологические теории мотивации в организации. Социально-экономические теории мотивации. Исследования мотивации. Методики определения мотивации к успеху.

2.3. Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности

Психологическая система трудовой деятельности. Мотивационный процесс как основа целеполагания. Этапы достижения цели. Структура мотивационного процесса. Критерии эффективности целеполагания. Классификация целей. Разработка программы реализации цели. Стратегическое планирование.

2.4. Профессиональная коммуникация

Психология общения. Составные элементы процесса общения. Функции и виды общения. Типы общения. Характеристики личности, способствующие успешности общения. Обмен информацией и коммуникативные барьеры. Авторитарная и диалогическая коммуникация. Общение как взаимодействие (интеракция). Межличностное восприятие и построение имиджа. Профессиональное общение. Культура делового общения.

2.5. Психология конфликта

Конфликт как особая форма взаимодействия. Структура, динамика, функции конфликтов. Основные стадии развития конфликтов. Классификация конфликтов. Основные этапы поиска выходов из конфликтной ситуации. Профессиональные конфликты. Источники конфликтов. Конфликтотенные личности. Условия конструктивного разрешения конфликтов. Управление конфликтными ситуациями в коллективе. Социальные технологии предупреждения и разрешения конфликтов в команде и организации.

2.6. Трудовой коллектив. Психология совместного труда

Группа. Коллективы. Организации. Понятие группы. Виды групп: условные и реальные, большие и малые, первичные и вторичные, формальные и неформальные, референтные группы. Профессиональные коллективы. Динамика формирования коллектива. Диагностика социальных групп. Групповая сплоченность. Групповая динамика. Деятельность команд в организации. Социометрия. Психология совместной трудовой деятельности. Признаки группового субъекта труда. Классификация организаций. Способ организации совместной деятельности. Психология группы. Социально-психологические особенности малой организованной группы. Социально-психологический климат группы.

2.7. Психология управления

Управление как социальный феномен. Субъект и объект управления. Управленческие отношения как предмет науки управления. Этапы ее развития. Управленческая деятельность. Основные управленческие культуры: характерные черты и особенности. Основные функции управленческой деятельности. Социально-психологическое обеспечение управления коллективом. Человеческие ресурсы организации и управленческие проблемы их эффективного использования. Проблема человека в системе управления. Личность и организация.

4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Зач. ед.	Ак.ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Контактная работа (КР):	1	36
Лекции (Лек.)	0,5	18
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18
Самостоятельная работа (СР):	1	36
Реферат/доклад с презентацией		12
Самостоятельное изучение разделов		10
Подготовка группового проекта		6
Подготовка к деловой игре		8
Вид контроля: зачет		Зачет

Виды учебной работы	Зач. ед.	Астроном. часы
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54
Контактная работа (КР):	1	27
Лекции (Лек.)	0,5	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5
Самостоятельная работа (СР):	1	27
Реферат/доклад с презентацией		9
Самостоятельное изучение разделов		7,5
Подготовка группового проекта		4,5
Подготовка к деловой игре		6
Вид контроля: зачет		Зачет