

## 5. АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

### 5.1. Дисциплины обязательной части

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Деловой иностранный язык» (Б1.О.01)

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

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4

*Знать:*

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

*Уметь:*

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

*Владеть:*

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

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Грамматические аспекты делового общения на иностранном языке.**

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

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

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

1.4 Практика устной речи по теме «Речевой этикет делового общения» (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации,

побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

## **Раздел 2. Чтение, перевод и особенности специальной бизнес литературы.**

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

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

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

2.4 Изучающее чтение текстов в сфере делового общения.

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

## **Раздел 3. Профессиональная коммуникация в сфере делового общения.**

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

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

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

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

## **4. Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |              |              |
|------------------------------------------------|------------------|--------------|--------------|
|                                                | ЗЕ               | Акад. ч.     | Астр. ч.     |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | <b>3,0</b>       | <b>108,0</b> | <b>81,0</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>0,9</b>       | <b>34,0</b>  | <b>25,5</b>  |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,9              | 34,0         | 25,5         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>1,1</b>       | <b>38,0</b>  | <b>28,5</b>  |
| Контактная самостоятельная работа              | 1,1              |              | <b>0,00</b>  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                  | 38,0         | <b>28,50</b> |
| <b>Виды контроля:</b>                          |                  |              |              |
| <b>Экзамен</b>                                 | <b>1,0</b>       | <b>36,0</b>  | <b>27,0</b>  |
| Контактная работа – промежуточная аттестация   | 1,0              | 0,4          | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                          |                  | 35,6         | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Экзамен</b>   |              |              |

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Управление проектами» (Б1.О.02)**

**1. Цель дисциплины** – получение студентами практических навыков по запуску и управлению проектами; Данный курс координирует управление и реализацию проектов необходимого качества, в установленные сроки, в рамках принятого бюджета.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.5; УК-2.6; УК-2.7

*Знать:*

- основные понятия и методы управления проектами,
- систему оценки ресурсов, рисков, сроков проекта,
- принципы организации проектного управления.

*Уметь:*

- разрабатывать и оформлять проектную документацию,
- применять методики оценки параметров управления в проектах,
- разрабатывать стратегию управления проектами.

*Владеть:*

- методами и принципами управления проектами в соответствии с международными и российскими стандартами;
- методами анализа путей реализации проектов;
- методами анализа рисков в проектном управлении.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение в управление проектами.*

Мировые стандарты управления проектами. Терминологический аппарат проектного управления. Современные системы менеджмента (ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001). Критерии успешности проекта. Программы и портфели управления проектами. Содержание стандарта ANSI PMBOK GUIDE. Организационное окружение проекта. Жизненный цикл проекта. Группы процессов и области знаний PMBOK. Управление интеграцией проекта. Разработка устава проекта. Разработка плана управления проектом. Руководство и управление исполнением проекта. Мониторинг и управление работами проекта. Общее управление изменениями. Закрытие проекта.

*Раздел 2. Области знаний управления проектами.*

Управление содержанием проекта. Планирование управления содержанием. План управления требованиями. Определение содержания. Создание иерархической структуры работ. Проверка содержания. Контроль содержания. Управление сроками проекта. Планирование управления расписанием. Определение состава операций. Определение последовательности операций. Оценка ресурсов операций. Оценка длительности операций. Разработка расписания. Контроль расписания. Управление стоимостью проекта. Планирование управления стоимостью. Стоимостная оценка. Разработка бюджета расходов. Контроль стоимости. Управление закупками проекта. Планирование закупок. Осуществление закупок. Контроль закупок. Закрытие закупок. Управление рисками проекта. Планирование управления рисками. Идентификация рисков. Качественный анализ рисков. Количественный анализ рисков. Планирование реагирования на риски. Мониторинг и управление рисками. Управление качеством. Планирование качества. Обеспечение качества. Контроль качества.

*Раздел 3. Методология управления проектами*

Подходы к организации работы команды (hadi-цикл, scrum). Руководитель проекта и лидер команды. Проектная команда. Аспекты мотивации команды. Локальная и рассредоточенная команды. Управление заинтересованными сторонами проекта.

Идентификация заинтересованных сторон. Планирование управления заинтересованными сторонами проекта. Управление вовлеченностью заинтересованных сторон проекта. Контроль вовлеченности заинтересованных сторон. Управление коммуникациями проекта.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |           |             |
|--------------------------------------------------------|------------------|-----------|-------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2</b>         | <b>72</b> | <b>54</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>0,94</b>      | <b>34</b> | <b>25,5</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,17</i>      | <i>6</i>  | <i>4,5</i>  |
| Лекции                                                 | 0,94             | 34        | 25,5        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,17</i>      | <i>6</i>  | <i>4,5</i>  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>1,06</b>      | <b>38</b> | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 1,06             | 0,2       | 0,15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 37,8      | 28,35       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Зачет</b>     |           |             |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Социология и психология профессиональной деятельности» (Б1.О.03)

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

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-3.6; УК-3.7; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5.

*Знать:*

- сущность проблем организации и самоорганизации личности, поведения в коллективе в условиях профессиональной деятельности;

- методы самоорганизации и развития личности, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и профессионального поведения в группе;

- конфликтологические аспекты управления в организации;

- методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.

*Уметь:*

- планировать и решать задачи личностного и профессионального развития не только своего, но и членов коллектива;

- анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, использовать методы диагностики коллектива и самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;

- устанавливать с коллегами отношения на конструктивном уровне общения;

- вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели в решении профессиональных задач.

*Владеть:*

- социально-психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;

- теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных, групповых и межкультурных конфликтов;
- способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;
- способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

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

1.1. Современное общество в условиях глобализации и информатизации. Основные этапы развития психологии

1.2. Общее понятие о личности.

1.3. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития личности.

1.4. Когнитивные процессы личности.

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

1.6. Психология профессиональной деятельности.

*Раздел 2. Познавательные процессы*

2.1. Основные этапы развития субъекта труда.

2.2. Трудовая мотивация и удовлетворенность трудом.

2.3. Целеполагание и планирование в профессиональной деятельности.

2.4. Профессиональная коммуникация.

2.5. Психология конфликта.

2.6. Трудовой коллектив. Психология совместного труда.

2.7. Психология управления.

### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |           |             |
|--------------------------------------------------------|------------------|-----------|-------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2</b>         | <b>72</b> | <b>54</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>0,94</b>      | <b>34</b> | <b>25,5</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,11</i>      | <i>4</i>  | <i>3</i>    |
| Лекции                                                 | 0,44             | 16        | 12          |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,5              | 18        | 13,5        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,11</i>      | <i>4</i>  | <i>3</i>    |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>1,06</b>      | <b>38</b> | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 1,06             | 0,2       | 0,15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 37,8      | 28,35       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Зачет</b>     |           |             |

### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

**«Инструментальные методы исследования в химической технологии» (Б1.О.04)**

**1. Цель дисциплины** – получение знаний обучающимися об инструментальных методах исследования структуры молекул, процессах их превращения и механизмов химических реакций, усвоение физических основ, принципов и границ применимости этих методов, а также формирование на основе полученных знаний практических навыков и их использование в профессиональной деятельности.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.4; ОПК-1.5; ОПК-1.6; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-2.5;

ОПК-2.6; ОПК-2.7; ОПК-2.8.

*Знать:*

– физические основы электромагнетизма и спектральных методах анализа, теорию корпускулярно-волнового дуализма, распределении спектральных методов по энергиям и длинам волн;

- физическую основу метода ИК-спектроскопии;
- физическую основу электрохимических методов анализа;
- физическую основу масс-спектрометрии;
- природу спинового резонанса и методах ЯМР.

*Уметь:*

– проводить анализ структуры и состава органических соединений по данным УФ-, ИК-, ЯМР-спектроскопии, элементного анализа;

– выявлять характеристичные группы в органических молекулах на основе ИК спектроскопии;

– проводить подбор метода масс-спектрометрии с подходящим видом ионизации для определенных категорий соединений.

*Владеть:*

– физическими основами инструментальных методов анализа: ультрафиолетовой, инфракрасной спектроскопии, спектроскопии ядерного магнитного резонанса и масс-спектрометрии;

– методами анализа структуры соединений на основе совокупности нескольких физико-химических методов;

– представлением о форме изложения результатов исследований в научных публикациях.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Введение.*

Общая характеристика и классификация методов. Спектроскопические, дифракционные, электрические и магнитные методы. Энергетические характеристики различных методов. Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Интеграция методов.

Принципиальная схема спектроскопических измерений в любой области спектра. Основные узлы спектральной установки.

*Раздел 1. Электронно-микроскопические и спектрометрические методы для анализа структуры органических соединений и материалов.*

Природа электромагнитного излучения, различные типы его взаимодействия с веществом (периодические изменения электрических и магнитных дипольных моментов). Основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число). Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы как результат различных типов внутриатомных или внутримолекулярных взаимодействий, определяющих соответствующую спектральную область. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов и молекул. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах. О специфике электронных спектров поглощения различных классов соединений. Спектры сопряженных систем и пространственные эффекты в электронных спектрах поглощения.

Техника спектроскопии в видимой и УФ областях. Принципиальная схема спектроскопических измерений в любой области спектра. Основные узлы спектральной установки. Источники электромагнитного излучения (нагретые тела, газоразрядные источники, лазеры, рентгеновские трубки, -излучатели), конкретные примеры использования различных источников излучения в различных спектральных областях.

Флуорофоры в медицине и биологии. Флуоресцентная спектроскопия, флуоресцентные реагенты. Флуоресцентные белки. Молекулярная диагностика. Флуоресцентные метки и зонды. Методы введения органических красителей в состав

биомолекул. Основные области использования флуорофоров в биологии и медицине (секвенирование ДНК, ПЦР). Области применения в медицине диагностика, лечение.

*Раздел 2. Методы колебательной спектроскопии. Инфракрасные (ИК) спектры и комбинационное рассеяние света.*

Квантово-механический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии, их классификация, фундаментальные, обертоновые и составные частоты. Интенсивность полос колебательных спектров. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Частоты и формы нормальных колебаний молекул. Выбор модели. Естественные координаты. Коэффициенты кинематического взаимодействия. Силовые постоянные. Учет симметрии молекулы. Симметрия нормальных колебаний, координаты симметрии. Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы. Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот. Определение силовых полей молекулы и проблема их неоднозначности. Использование изотопических разновидностей молекул. Корреляция силовых постоянных с другими параметрами и свойствами молекул.

Применение методов колебательной спектроскопии для качественного и количественного анализов и другие применения в химии. Специфичность колебательных спектров. Исследования динамической изомерии, равновесий, кинетики реакций.

Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура ИК спектроскопии, прозрачные материалы, приготовление образцов. Аппаратура спектроскопии КР, преимущества лазерных источников возбуждения.

*Раздел 3. Масс-спектрометрия.*

Физические основы метода: принцип работы масс-спектрометра, его разрешающая сила, образование масс-спектра, основное уравнение масс-спектрометрии, типы регистрируемых ионов (молекулярные, осколочные, метастабильные, многозарядные). Определение молекулярной брутто-формулы по масс-спектру: метод точного измерения масс молекулярных ионов, метод измерения интенсивностей пиков ионов, изотопных молекулярному иону. Качественные теории масс-спектрометрии органических соединений: теория локализации заряда, теория устойчивости продуктов фрагментации. Масс-спектрометрические правила: азотное, “четно-электронное”, затрудненный разрыв связей, прилежащих к ненасыщенным системам. Основные типы реакций распада органических соединений под электронным ударом: простой разрыв связей ( $\alpha$ -разрыв, бензильный и аллильный разрывы), ретро-реакция Дильса-Альдера, перегруппировка Мак-Лафферти, скелетные перегруппировки, ониевые реакции. Термические реакции в масс-спектрометре. Установление строения органических соединений: метод функциональных групп, метод характеристических значений  $m/z$ . Основные направления фрагментации органических соединений под электронным ударом (углеводородов и их галогенпроизводных, спиртов, фенолов, простых эфиров, альдегидов, кетонов, аминов, карбоновых кислот и их производных).

Понятие о методе химической ионизации и хроматомасс-спектрометрии.

*Раздел 4. Методы магнитного резонанса ядер и электронов.*

Физические основы метода: Поведение ядер в статическом магнитном поле: квантование по направлению. Ларморова частота, ядерные зеемановские уровни, их населённости, макроскопическое намагничивание, условие резонанса. Основные принципы эксперимента ЯМР. Импульсный метод ЯМР, характеристики импульсов. Классическое описание импульсного эксперимента. Уравнение угла поворота вектора намагниченности, его экспериментальное подтверждение. Поперечная намагниченность и фазовая когерентность. Релаксация, времена спин-решёточной и спин-спиновой релаксации. Фурье-преобразование, накопление спектра. Импульсный спектрометр. Магнитные свойства ядер, основное уравнение ядерного магнитного резонанса, взаимодействия магнитных моментов ядер (тонкая и сверхтонкая структура сигналов ядер). Выбор резонансного ядра при

изучении строения органических соединений. Принцип работы ЯМР спектрометра. Анализ спектров ядерного магнитного резонанса ядер со спиновым квантовым числом  $I=1/2$ : химическая и магнитная эквивалентность ядер, номенклатура ядерных систем,  $A_2$ ,  $AX$ ,  $AB$  и  $A_2B$  системы, индекс связывания, спектры первого и второго порядка, основные правила анализа спектров первого порядка, расшифровка простейших спектров второго порядка, приемы упрощения сложных спектров. Спектроскопия протонного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов протонов, их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов; константы спин-спинового взаимодействия  $J_{H-H}$ . Двойной резонанс. Спектроскопия углеродного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов ядер  $^{13}C$ , их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов, константы спин-спинового взаимодействия  $J_{C-H}$ , полное и частичное подавление спин-спинового взаимодействия ядер  $^{13}C$  и протонов.

Ядерный эффект Оверхаузера (ЯЭО). Понятие о спектроскопии ядерного магнитного резонанса динамических систем (обменные процессы). Двумерные (2D) эксперименты ЯМР. Гетероядерная 2D- $j$ ,  $\delta$ -спектроскопия ЯМР  $^{13}C$  и гомоядерная 2D- $j$ ,  $\delta$ -спектроскопия ЯМР  $^1H$ . Особенности гомо- и гетероядерных систем. Факторы увеличения интенсивностей сигналов. Применения ЯЭО для изучения строения и корректного отнесения сигналов. Динамическая спектроскопия ЯМР. Изучение обратимых реакций первого порядка и межмолекулярных реакций обмена. Вращение вокруг простых связей C-C и «частично двойных» связей, инверсии у атомов азота и фосфора, инверсия циклов, валентная таутомерия, кето-енольная таутомерия, межмолекулярный протонный обмен. Примеры структурного анализа органических соединений по спектрам ПМР и ЯМР  $^{13}C$ .

#### *Раздел 5. Спектрометрическая идентификация органических соединений.*

Сопоставительная характеристика методов анализа органических соединений. Чувствительность, селективность, точность методов. Выбор оптимального метода при анализе органического соединения.

Метрологическая обработка полученных результатов. Нарботка статистических данных при определении неизвестного соединения различными методами (ионометрическим, фотометрическим, вольтамперометрическим) Нахождение аналитических характеристик (диапазон определяемых содержаний, нижний и верхний границы определяемых содержаний, предел обнаружения). Корреляционный и регрессионный анализ экспериментальных результатов. Расчет основных метрологических характеристик: систематической и случайной погрешностей, грубых погрешностей (промахов), стандартного отклонения, доверительного интервала. Оценка точности проведения анализа различными способами: по стандартному образцу, по методу двойной навески или двойного разбавления и т. д.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |             |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|-------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,88</b>      | <b>68</b>  | <b>51</b>   |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,5</i>       | <i>54</i>  | <i>40,5</i> |
| Лекции                                                 | 0,44             | 16         | 12          |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,11</i>      | <i>4</i>   | <i>3</i>    |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,50             | 18         | 13,5        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,45</i>      | <i>16</i>  | <i>12</i>   |
| Лабораторные работы (ЛР)                               | 0,94             | 34         | 25,5        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,94</i>      | <i>34</i>  | <i>25,5</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,12</b>      | <b>76</b>  | <b>57</b>   |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,12             | 0,4        | 0,3         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 51,6       | 38,7        |



|                                            |                 |    |    |
|--------------------------------------------|-----------------|----|----|
| Подготовка отчетов по лабораторным работам |                 | 24 | 18 |
| Вид итогового контроля:                    | Зачет с оценкой |    |    |

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Современное технологическое и аппаратурное оформление**  
**процессов химической технологии» (Б1.О.05)**

**1. Цель дисциплины** – формирование у выпускника целостного восприятия комплекса знаний в области современного технологического и аппаратурного оформления процессов переработки природных энергоносителей, органического и нефтехимического синтеза, позволяющего осуществлять профессиональную деятельность на промышленных предприятиях, в научно-исследовательских и проектных организациях.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-3.6; ОПК-3.7; ОПК-3.8; ОПК-3.9; ОПК-3.10; ОПК-3.11.

*Знать:*

- современные тенденции развития промышленности переработки природных энергоносителей, органического и нефтехимического синтеза;
- технологические основы организации современных производств углеводородных топлив, продуктов органического и нефтехимического синтеза, углеродных материалов;
- современные требования к аппаратурному оформлению основных процессов переработки природных энергоносителей, органического и нефтехимического синтеза;
- конструкцию современного технологического оборудования процессов переработки природных энергоносителей, органического и нефтехимического синтеза.

*Уметь:*

- составлять и анализировать современные технологические схемы основных процессов переработки природных энергоносителей, органического и нефтехимического синтеза, а также оптимизировать их и наполнять передовым современным оборудованием;
- выбирать оборудование для конкретных технологических процессов с учетом химических и физико-химических свойств перерабатываемых материалов и получаемых продуктов;
- находить нестандартные решения задач технологического и аппаратурного оформления процессов переработки природных энергоносителей, органического и нефтехимического синтеза;
- квалифицированно оценивать эффективность разрабатываемых и существующих химико-технологических процессов;
- применять в профессиональной деятельности современные технологии и оборудование.

*Владеть:*

- современными представлениями о передовых технологиях и оборудовании процессов переработки природных энергоносителей, органического и нефтехимического синтеза;
- навыками разработки современных инновационных химико-технологических процессов переработки природных энергоносителей, органического и нефтехимического синтеза.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел I. Технологические основы организации современных производств углеводородных топлив, продуктов органического и нефтехимического синтеза, углеродных материалов.*

Краткий обзор и анализ существующих технологий

- промысловой подготовки и первичной переработки нефти и газа;
- глубокой переработки нефти;
- синтетического жидкого топлива;
- технического углерода;
- производства простых и сложных эфиров;
- алкилирования;
- дегидрирования;
- окислительного дегидрирования;
- тонкого органического синтеза.

Целевые продукты. Технологические основы организации современных производств. Достоинства и недостатки, тенденции совершенствования существующих технологий.

*Раздел 2. Современное аппаратное оформление нехимических стадий производств углеводородных топлив, продуктов органического и нефтехимического синтеза, углеродных материалов.*

Физические и физико-химические основы стадий:

- измельчения твердых веществ;
- классификации, транспортировки и дозирования сыпучих веществ;
- смешения с получением порошков, гранул, паст;
- фильтрования и центрифугирования суспензий;
- сушки;
- неполных испарения и конденсации;
- дросселирования;
- ректификации;
- экстрактивной и азеотропной дистилляции;
- адсорбции;
- абсорбции;
- экстракции;
- хранения и транспортировки жидких и газообразных материалов.

Технологическое оформление. Роль аппаратно-технологического оформления нехимических стадий в организации и эффективности производств.

*Раздел 3. Современное аппаратное оформление химических процессов переработки природных энергоносителей, органического и нефтехимического синтеза.*

Физико-химические основы:

- термических процессов переработки природных энергоресурсов;
- каталитических процессов нефтепереработки;
- гидрогенизационных процессов нефтепереработки;
- жидкофазных и газофазных процессов органического синтеза;
- гомогенно- и гетерогенно-каталитических процессов;
- совмещенных реакционно-ректификационных процессов.

Подбор аппаратов и технологическое оформление. Основные блоки технологической схемы и их назначение. Основы подбора и регулирования параметров, автоматизации режима.

*Раздел 4. Конструкции современного технологического оборудования реакторных узлов процессов переработки природных энергоносителей, органического и нефтехимического синтеза.*

Периодические и непрерывные реакторы.

Изотермические, адиабатические и политропические тепловые режимы процессов.

Методы расчета и конструирования реакторных узлов органического синтеза, нефтехимии и нефтепереработки. Подбор реакционного оборудования типовых конструкций.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3</b>         | <b>108</b> | <b>81</b>    |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,41</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,67</i>      | <i>24</i>  | <i>18</i>    |
| Лекции                                                 | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,94             | 34         | 25,5         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,67</i>      | <i>24</i>  | <i>18</i>    |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>0,59</b>      | <b>21</b>  | <b>15,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 0,59             | -          | -            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 21         | 15,75        |
| <b>Виды контроля:</b>                                  |                  |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                         | <b>1,0</b>       | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1,0              | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                                  |                  | 35,6       | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Экзамен</b>   |            |              |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» (Б1.О.06)

**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 и индикаторами их достижения:

ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4

В результате освоения дисциплины студент должен:

*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**

#### **Раздел 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.

#### **Раздел 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 –  $\backslash$ . 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).

### **Раздел 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.

### **Раздел 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.

### **Раздел 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 дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины       |            |              |
|------------------------------------------------|------------------------|------------|--------------|
|                                                | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>           | <b>4</b>               | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | <b>1,42</b>            | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 0,94                   | 34         | 25,5         |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 0,48                   | 17         | 12,75        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>2,58</b>            | <b>93</b>  | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа              | 2,58                   | 0,4        | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины   |                        | 92,6       | 69,45        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                 | <b>Зачет с оценкой</b> |            |              |

#### 5.2. Часть, формируемая участниками образовательных отношений (обязательные вариативные дисциплины)

##### Аннотация рабочей программы дисциплины «Дополнительные главы математики» (Б1.В.01)

**1. Цель дисциплины** получение представлений об актуальных проблемах использования статистических методов в химии и химической технологии, а также практическая реализация основных подходов к анализу данных с использованием вероятностно-статистических методов.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.3.

*Знать:*

- основные приёмы и методы обработки статистической информации: расчёт выборочных характеристик случайных величин, использование статистических гипотез для переноса результатов выборочного обследования на генеральную совокупность;
- методы регрессионного и корреляционного анализа;
- основы дисперсионного анализа;
- методы анализа многомерных данных;
- базовую терминологию, относящуюся к теоретическому описанию основных перспективных направлений развития методов обработки экспериментальных данных.

*Уметь:*

- анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области своих научных исследований;
- использовать полученные знания для решения профессиональных и социальных задач.

*Владеть:*

- базовой терминологией, относящейся к статистической обработке экспериментальных данных;
- практическими навыками обработки статистической информации с

использованием информационных технологий;

– методологией современных научных исследований, критической оценкой полученных результатов, творческим анализом возникающих новых проблем в области химии и химической технологии.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Основы математической статистики*

Основные статистические методы анализа экспериментальных данных. Типы измерительных шкал. Применение информационных технологий для обработки результатов эксперимента. Предварительная обработка результатов эксперимента: построение эмпирической функции распределения, гистограммы, кумуляты. Получение статистических оценок распределения выборки. Свойства оценок. Точечные оценки. Интервальные оценки параметров распределения. Проверка статистических гипотез. Основные понятия. Схема проверки гипотез. Проверка гипотез о равенстве дисперсий, о равенстве математических ожиданий. Проверка гипотезы о виде закона распределения по критерию  $\chi^2$ –Пирсона. Проверка гипотез непараметрическими методами: критерий Манна-Уитни и критерий Вилкоксона. Вычисление выборочного коэффициента корреляции Пирсона. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла. Оценка значимости коэффициентов корреляции.

#### *Раздел 2. Статистические методы анализа данных*

Дисперсионный анализ: понятие дисперсионного анализа, основные определения. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Линейная регрессия от одного параметра. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности. Нелинейная регрессия.

#### *Раздел 3. Статистическая обработка многомерных данных*

Понятие о методах анализа многомерных данных. Назначение и классификация многомерных методов. Основы корреляционного и ковариационного анализа. Многомерный регрессионный анализ. Методы снижения размерности: метод главных компонент и факторный анализ. Основные понятия и предположения факторного анализа. Общий алгоритм. Основные этапы факторного анализа. Основные методы классификации. Дискриминантный анализ. Основные понятия и предположения дискриминантного анализа. Дискриминантный анализ как метод классификации объектов. Кластерный анализ. Общая характеристика методов кластерного анализа. Меры сходства. Иерархический кластерный анализ. Метод k-средних. Критерии качества классификации. Перспективы развития статистических методов обработки экспериментальных данных.

### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины       |           |             |
|--------------------------------------------------------|------------------------|-----------|-------------|
|                                                        | ЗЕ                     | Акад. ч.  | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>54</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>0,94</b>            | <b>34</b> | <b>25,5</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,33</i>            | <i>12</i> | <i>9</i>    |
| Лекции                                                 | 0,44                   | 16        | 12          |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,5                    | 18        | 13,5        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,33</i>            | <i>12</i> | <i>9</i>    |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>1,06</b>            | <b>38</b> | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 1,06                   | 0,4       | 0,3         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                        | 37,6      | 28,2        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Зачет с оценкой</b> |           |             |

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Информационные технологии в образовании» (Б1.В.02)**

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

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3.

*Знать:*

– алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации.

*Уметь:*

– обобщать и систематизировать научно-техническую информацию.

*Владеть:*

– навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования.

**3. Краткое содержание дисциплины**

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

1.1. Общие сведения, определения, понятия в области информационных технологий и информационных систем. Рассеяние и старение информации. Специфика информации по химии и химической технологии. Информационные системы (ИС) и информационные технологии. Структура и классификация ИС. Этапы развития информационных технологий. Виды информационных технологий. Информационные ресурсы. Автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС). Диалоговые поисковые системы: основные функции и возможности, способы доступа. Основные компоненты телекоммуникационного доступа к ресурсам АИПС. Алгоритм информационного поиска в режиме теледоступа. Выбор лексических единиц, использование логических и позиционных операторов. Информационно-поисковый язык. Логика и стратегия поиска.

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

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

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

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

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



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

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

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

#### *Раздел 4. Источники патентной информации*

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

4.2. Отечественные и зарубежные автоматизированные информационно-поисковые системы патентной информации. Характеристика, организация, возможности поиска. БД Федерального института промышленной собственности (ФИПС). Состав и возможности доступа. Структура патентного документа в БД. БД Американского патентного ведомства United States Patent and Trademark Office (USPTO). Состав БД USPTO. Возможности доступа. Структура патентного документа в БД. БД ESPACENET. Коллекция патентных БД ESPACENET. Возможности доступа. Структура патентного документа в БД. Виды и возможности поиска.

#### *Раздел 5. Интернет как технология и информационный ресурс*

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

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

### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |           |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|-----------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.  | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2</b>         | <b>72</b> | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>0,94</b>      | <b>34</b> | <b>25,5</b>  |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,47</i>      | <i>17</i> | <i>12,75</i> |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,94             | 34        | 25,5         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,47</i>      | <i>17</i> | <i>12,75</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>1,06</b>      | <b>38</b> | <b>28,5</b>  |

|                                              |              |      |       |
|----------------------------------------------|--------------|------|-------|
| Контактная самостоятельная работа            | 1,06         | 0,2  | 0,15  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |              | 37,8 | 28,35 |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет</b> |      |       |

### 5.3. Часть, формируемая участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору)

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Теория цветности и свойства фотовозбужденных состояний» (Б1.В.ДВ.01.01)

**1. Цель дисциплины** – подготовка выпускников к междисциплинарным научным исследованиям в области химии фотоактивных хромофорных соединений, интегрированию новых идей, применению методов стационарной и время-разрешенной оптической спектроскопии к решению инновационных задач, связанных с разработкой высокотехнологичных систем и оптических материалов нового поколения.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- причины появления окраски у физических тел и способы формирования цветоощущения;
- основные элементы хромофорных систем органических фотоактивных соединений, типы электронных переходов;
- способы количественной оценки цвета и поглощенного излучения, параметры спектров поглощения и испускания в видимой и в ближней УФ и ИК области, способы их экспериментального определения;
- квантово-химические методы, используемые для качественного и количественного описания энергетических состояний молекул;
- физические и химические пути релаксации возбужденных состояний органических хромофоров;
- области практического применения фотоактивных соединений в зависимости от преобладания того или иного механизма диссипации энергии электронного возбуждения.

*Уметь:*

- применять метод возмущения молекулярных орбиталей, а также концепции мезомерии и резонанса для объяснения взаимосвязи между структурой соединения, его цветом и спектральными характеристиками;
- использовать данные квантово-химических расчетов молекулярных орбиталей для оценки параметров электронной структуры;
- интерпретировать интенсивность полос в спектрах поглощения с использованием правил отбора электронных переходов и представлений о симметрии молекулярных систем;
- давать оценку влияния эффектов среды на положение полос в электронных спектрах поглощения;
- анализировать влияние структурных изменений, природы растворителя и микроокружения на люминесцентные характеристики органических хромофорных соединений.

*Владеть:*

- общей методологией изучения спектрально-люминесцентных свойств органических хромофоров в конденсированной фазе с использованием методов стационарной и время-разрешенной оптической электронной спектроскопии;

– графическим способом представления энергии электронно-колебательных состояний с использованием диаграммы Яблонского;

– подходами и особенностями выявления взаимосвязей между химическим строением молекул, их электронно-орбитальной структурой, способностью интенсивно поглощать световую энергию в видимом и ближнем УФ и ИК диапазоне, а также возможностью участия в возбужденном состоянии в фотофизических и фотохимических релаксационных процессах.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Теория цветности органических соединений*

##### *1.1. Физические основы цветности*

Введение. Цели и задачи дисциплины. Ранние химические теории цветности. Переход к электронной теории цветности органических соединений. Зарождение и развитие фотохимии в XX в.

Двойственная природа электромагнитного излучения, его основные параметры и энергетические характеристики. Трихроматичная теория цветного зрения человека. Способы формирования цветоощущения. Спектральные и дополнительные цвета. Ахроматические и хроматические цвета. Аддитивный и субтрактивный синтез хроматического цвета. Метамерия.

Причины возникновения окраски у физических тел. Цвета, обусловленные поглощением, рассеянием, интерференцией, люминесценцией, инканденсацией.

Количественная характеристика цвета и цветовых различий окрашенных материалов. Векторное представление цвета. Треугольник Максвелла. Цветовой график МКО XYZ. Функции сложения цветов стандартного наблюдателя, их физический смысл. Определение координат цветности. Цветовое пространство Манселла. Колориметрическая система МКО Lab-76.

Спектральный способ регистрации поглощенного света и спектральная терминология. Устройство спектрофотометра. Объединенный закон Ламберта-Бугера-Бэра, его вывод, отклонения от закона. Влияние формы спектральной полосы на цвет. Спектры, содержащие несколько полос.

##### *1.2. Анализ электронной структуры молекул методами квантовой химии*

Основные принципы квантово-механического описания атомно-молекулярных систем. Способы построения волновой функции молекулы: метод валентных связей (ВС) и метод молекулярных орбиталей (МО), их сравнение в описании энергетических состояний молекул. Приближения, используемые при решении волнового уравнения Шредингера в методе МО. Вариационный метод Ритца, система вариационных уравнений. Метод молекулярных орбиталей Хюккеля и более строгие квантово-химические методы, учитывающие взаимодействие электронов. Связывающие, разрыхляющие, несвязывающие и вырожденные МО. Расчет параметров электронной структуры молекул.

Теория возмущения молекулярных орбиталей (ВМО). Польза теории возмущений при решении химических задач. Типы перекрывания АО и МО. Взаимодействие двух орбиталей, возмущение первого и второго порядка. Количественная оценка расщепления уровней энергии на основе вариационного метода. Влияние симметрии, заселенности и относительной энергии смешивающихся МО (АО) на результат взаимодействия. Трехорбитальное взаимодействие.

##### *1.3. Экспериментальные методы изучения электронной структуры*

Электронная абсорбционная спектроскопия (ЭСП). Составляющие полной энергии молекул, и соотношение между уровнями вращательной, колебательной и электронной энергии основного и возбужденных состояний. Конфигурация электронно-колебательных уровней. Классическое и квантово-механическое описание колебаний двухатомной молекулы. Уравнение Морзе. Принцип Франка-Кондона и форма полос поглощения в электронных спектрах.

Ионизационные методы электронной спектроскопии: фотоэлектронная

спектроскопия (ФЭС), электронная трансмиссионная спектроскопия (ЭТС). Общие принципы измерений. Уравнение баланса энергии при ионизации. Потенциал ионизации и электронное сродство. Теорема Купменса. Электрохимические методы. Корреляция потенциалов восстановления и окисления с данными ФЭС, ЭТС и квантово-химических расчетов.

#### *1.4. Симметрия молекулярных систем*

Элементы и операции симметрии. Группа симметрии. Классификация молекул по точечным группам симметрии. Математическое представление операций симметрии. Матрицы преобразования. Неприводимые представления и их обозначение по Малликену. Основные свойства неприводимых представлений. Таблицы характеров точечных групп. Определение типов симметрии молекулярных орбиталей и электронных состояний.

#### *1.5. Общее рассмотрение электронных переходов в молекулах органических хромофоров*

Энергетические характеристики основных типов МО и классификация электронных переходов (Каши). Характерные особенности полос  $n \rightarrow \pi^*$  и  $\pi \rightarrow \pi^*$  переходов и полос внутримолекулярного переноса заряда (ИСТ). Электронные конфигурации и электронные состояния. Спиновые характеристики многоэлектронной системы. Синглетные и триплетные состояния. Конфигурационное взаимодействие переходов.

Электронные переходы в электроно-дипольном приближении. Сила осциллятора, дипольный момент перехода. Поляризация переходов, дихроичные красители. Правила отбора по спину, по симметрии и по перекрыванию. Применение теории групп для анализа запрета перехода по симметрии. Влияние спин-орбитального и вибронного взаимодействий на интенсивность полос в электронных спектрах поглощения.

Многофотонное поглощение. Квантово-механическая модель процесса и его экспериментальное наблюдение. Сечение многофотонного поглощения. Преимущества использования двухфотонного возбуждения во флуоресцентной микроскопии клеток и медицине.

#### *1.6. Взаимосвязь светопоглощающих свойств с молекулярной структурой*

Электронные переходы в молекулах насыщенных углеводородов. Особенности поглощения света линейными полиенами и симметричными цианиновыми красителями. Полосы локальных электронных переходов в *ката*- и *пери*-конденсированных полиаценах и полифенилах. Модель периметра Плэтта.

Альтернантные и неальтернантные  $\pi$ -системы. Теорема парности. Типы возмущений при образовании  $\pi$ -систем и их влияние на энергию  $\pi$ -МО. Электронные переходы в гетероароматических молекулах, относящихся к четным и нечетным альтернантным системам.

Поляризующие заместители и их влияние на цветность. Применение метода ВМО и ВС для объяснения спектральных эффектов, связанных с введением заместителей в сопряженную систему. Полосы внутримолекулярного переноса заряда (ИСТ). Сольватохромный эффект. Изменение электронного строения электронодонорных и электроноакцепторных заместителей при ионизации. Практическое использование изменения окраски красителей при ионизации.

Простые и сложные сопряженные системы. Виды сложных сопряженных систем. Применение методов ВС и ВМО для объяснения спектральных эффектов, связанных с появлением разветвленных цепей сопряжения. Перекрещивающиеся сопряженные системы и последствия автономного взаимодействия их участков со светом.

Пространственные напряжения и способы их снятия в сопряженных системах. Воздействие нарушения плоскостности сопряженной системы и искажения нормальных валентных углов на энергию электронных переходов. Изменение пространственной конфигурации как способ изменения цвета красителей и их красящих свойств.

Комплексообразование молекул красителей с катионами металлов. Природа связи металла с органическим лигандом с позиции теории кристаллического поля и теории МО.

Типы электронных переходов в комплексах. Взаимосвязь между положением хелатного центра в молекуле красителя и изменением окраски при комплексообразовании.

Понятие о хромофорной системе красителей. Выявление ее элементов и их взаимного влияния для установления типа хромофорной системы и присущих ей закономерностей цветности.

*Раздел 2. Свойства возбужденного состояния органических молекул и его дезактивация*

### *2.1. Мономолекулярные фотофизические процессы*

Образование возбужденных состояний и типы фотоиндуцированных процессов. Диаграмма Яблонского для органических молекул. Колебательная релаксация и внутренняя конверсия. Золотое правило Ферми и закон энергетического интервала.

Флуоресценция. Запись стационарных спектров испускания и возбуждения флуоресценции, блок-схема спектрофлуориметра. Стоксов сдвиг и квантовый выход флуоресценции. Правило Левшина, правило Каши и Вавилова. Кинетика затухания флуоресценции. Экспериментальное определение времени жизни возбужденного состояния. Кажущееся и излучательное время жизни, уравнение Стриклера-Берга.

Интеркомбинационная конверсия, скорость процесса и факторы, способствующие интеркомбинационным переходам. Правило Эль-Сайеда. Фосфоресценция. Особенности регистрации спектров фосфоресценции органических люминофоров. Замедленная флуоресценция *E*- и *P*-типа.

Спонтанное и вынужденное испускание возбужденных состояний. Устройство и особенности генерации излучения в лазерах на растворах органических красителей. Эксимерные лазеры.

Хемилюминесценция. Примеры хемилюминесцентных соединений и области их применения. Биолюминесценция жуков-светляков (*Photinuspyralis*) и медуз экворий (*Aequoreavictoria*). Флуоресцентные белки.

### *2.2. Структурные особенности и типы органических люминофоров*

Типы люминесцентных веществ, органические люминофоры, их области применения. Взаимосвязь флуоресценции с молекулярной структурой: влияние длины и топологии сопряженной системы, влияние гетероатомов и поляризующих заместителей, влияние стерических факторов и микроокружения флуорофора. Систематика люминесцентных типов молекул на основе относительного расположения  $\pi, \pi^*$ - и  $n, \pi^*$ -уровней.

Флуоресцентные производные ди- и триарилметановых красителей, симметричные цианиновые красители, производные BODIPY. Соединения, подвергающиеся внутримолекулярному переносу заряда (ICT) и образованию скрученных состояний с переносом заряда (TICT). Флуоресцентные ICT-хемосенсоры, молекулярные ротаторы. Влияние растворителя на спектры флуоресценции люминофоров различного типа. Специфическая и неспецифическая сольватация. Уравнение Липперта-Матаги. Флуоресцентные индикаторы полярности среды.

### *2.3. Бимолекулярные фотофизические процессы*

Тушение возбужденных состояний, происходящее при контакте двух молекул, основные механизмы. Динамическое и статическое тушение. Уравнение Штерна-Фольмера. Практическое использование динамического тушения люминесценции: определение структуры биомолекул, барометрические краски.

Фотоиндуцированный перенос электрона (PET). Окислительный и восстановительный перенос. Уравнение Рэма-Уэллера. Зависимость константы скорости PET от движущей силы процесса и от расстояния между взаимодействующими частицами. Флуоресцентные PET-сенсоры на катионы и анионы. Перенос электрона в процессах сенсibilизации галогенсеребряных фоточувствительных материалов и превращения солнечной энергии.

Образование эксимеров и эксиплексов. Особенности полос испускания, структура и

характер связи в эксимерах и эксиплексах. Статические и динамические эксимеры. Образование комплексов с переносом заряда (КПЗ), отличие эксиплексов от КПЗ.

Фотоиндуцированный перенос протона. Изменение кислотно-основных свойств молекул в возбужденном состоянии. Примеры флуоресцентных рН-индикаторов. Определение значения  $pK_a^*$ , цикл Фёрстера. Внутримолекулярный перенос протона в возбужденном состоянии.

Перенос энергии электронного возбуждения. Радиационный и резонансный перенос (RET). Экспериментальное определение эффективности RET. Индукционно-резонансный (кулоновский) механизм Фёрстера (FRET). Влияние различных факторов на константу скорости FRET-взаимодействия. Использование индукционно-резонансного переноса энергии для определения расстояний на молекулярном уровне.

Обменно-резонансный перенос энергии (механизм Декстера), факторы, влияющие на его эффективность. Правило сохранения спина Вигнера. Триплет-триплетный перенос и триплет-триплетная аннигиляция. Апконверсионная люминесценция. Синглетный кислород, особенности его электронного строения и свойств, методы генерации. Фотодинамическая терапия онкологических заболеваний.

#### 2.4. Фотохимические реакции

Основные законы фотохимии. Зависимость скорости фотохимической реакции от концентрации реагирующего вещества и интенсивности света. Квантовый выход фотохимической реакции. Адиабатические и неадиабатические процессы на поверхностях потенциальной энергии.

Фотохимическая *E,Z*-изомеризация соединений с двойной связью углерод-углеродной. Механизм процесса. Использование фотосенсибилизаторов. Фотостационарное состояние. Факторы, определяющие состав фотостационарных смесей. Биологическое значение *E,Z*-фотоизомеризации.

Фотохимические перициклические реакции ненасыщенных соединений: фотоциклоприсоединение и электроциклизация. Правила отбора Вудворда-Хоффмана для этих процессов. Случаи протекания фотоциклоприсоединения по неперациклическому механизму. Димеризация тиминовых оснований в составе ДНК при облучении.

Особенности свойств электронно-возбужденных состояний карбонильного хромофора. Реакции  $\alpha$ -распада карбонильных соединений. Внутри- и межмолекулярное отщепление водорода. Присоединение к кратным углерод-углеродным связям.

Основные типы фотопревращений алифатических и ароматических нитро- и азосоединений. Фотоудаляемая *орто*-нитробензильная защита. Образование карбенов и нитренов при облучении из диазосоединений, азидов и диазиринов. Фотолитография. Фотоаффинное мечение в биохимических исследованиях.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |             |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|-------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>6</b>         | <b>216</b> | <b>162</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,89</b>      | <b>68</b>  | <b>51</b>   |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,5</i>       | <i>54</i>  | <i>40,5</i> |
| Лекции                                                 | 0,25             | 9          | 6,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,64             | 59         | 44,25       |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,5</i>       | <i>54</i>  | <i>40,5</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>3,11</b>      | <b>112</b> | <b>84</b>   |
| Контактная самостоятельная работа                      | 3,11             | —          | —           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 112        | 84          |

|                                              |                |           |           |
|----------------------------------------------|----------------|-----------|-----------|
| <b>Вид контроля:</b>                         |                |           |           |
| <b>Экзамен</b>                               | <b>1</b>       | <b>36</b> | <b>27</b> |
| Контактная работа – промежуточная аттестация | 1              | 0,4       | 0,3       |
| Подготовка к экзамену                        |                | 35,6      | 26,7      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Экзамен</b> |           |           |

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Теория химических процессов технологии природных энергоносителей**  
**и углеродных материалов» (Б1.В.ДВ.01.02)**

**1. Цель дисциплины** – развитие у студентов навыков анализа кинетических закономерностей и построения кинетических моделей гомогенных, гетерогенных, топохимических и гетерофазных реакций с проверкой их адекватности на базе представлений о механизме органических реакций, протекающих с участием стадий массопереноса, и кинетического эксперимента.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

– принципы построения материального баланса, необходимые для кинетического моделирования;

– основные типы кинетических моделей гомогенных и гетерогенных реакций;

– методы построения кинетических моделей гомогенных и гетерогенных реакций;

– методики постановки кинетического эксперимента для гомогенных, гетерогенных и гетерофазных реакций;

– основные типы гомогенных и гетерогенных катализаторов;

– химические и физико-химические свойства катализаторов.

*Уметь:*

– пользоваться соотношениями материального баланса химических реакций при кинетическом моделировании;

– планировать постановку кинетического эксперимента;

– проводить математическую обработку результатов кинетического эксперимента и строить гипотезу о виде кинетического уравнения на экспериментальной базе;

– строить гипотезу о виде кинетического уравнения на базе представлений о механизме изучаемой реакции;

– выдвигать предположение о возможном механизме реакции, исходя из вида кинетической модели;

– выбирать кинетическую область протекания гетерогенных и гетерофазных реакций;

– строить основные кинетические модели гетерогенных и гетерофазных реакций;

– выбирать каталитические системы для заданных реакций, исходя из свойств реагентов и катализатора.

*Владеть:*

– выбором каталитических систем для заданных реакций, исходя из свойств реагентов и катализатора;

– основными методами математической обработки экспериментальных данных и проверки адекватности полученных моделей с помощью стандартных компьютерных программ;

– способами построения кинетического уравнения на базе последовательности стадий механизма химической реакции;

– способами оценки свойств катализаторов и их применимости в конкретных процессах.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Введение. Основные понятия.*

*Раздел 1. Кинетика и механизм каталитических реакций в гомогенных системах*

Механизм реакций как последовательность элементарных стадий. Классификация элементарных реакций. Основной кинетический закон в применении к элементарной стадии.

Гомогенный катализ. Каталитический цикл. Нуклеофильный (электрофильный), кислотно-основной и металлокомплексный катализ.

Кинетика нуклеофильного катализа для различных схем элементарных стадий. Общие виды кинетических уравнений и их частные случаи.

Кинетика кислотно-основного катализа. Кислоты Бренстеда и Льюиса. Общий и специфический катализ сильными и слабыми кислотами с учетом кислотно-основного равновесия.

Металлокомплексный катализ в цепных и нецепных процессах. Общий подход к кинетическому моделированию и частные случаи уравнений.

Основы кинетики образования полимеров. Полимеризация и поликонденсация. Кинетическая длина цепи реакции и длина молекулы полимера.

Кинетика цепных реакций, протекающих в нестационарных условиях. Разветвленные цепные реакции.

*Раздел 2. Кинетика и механизм каталитических реакций в гетерогенных системах*

Химизм и массообмен в гетерогенных процессах. Микро- и макростадии. Адсорбция в применении к катализу. Основные изотермы адсорбции.

Диффузионные стадии в гетерогенном катализе. Внешняя и внутренняя диффузия. Основные области протекания гетерогенной реакции. Кривая Зельдовича.

Основные механизмы гетерогенно-каталитических реакций. Скорость гетерогенной реакции. Метод стационарных концентраций в применении к гетерогенным процессам. Кинетика реакций, протекающих в кинетической области по механизмам Ленгмюра-Хиншельвуда и Или-Ридила.

Энергетическая диаграмма гетерогенно-каталитической реакции. Истинная и наблюдаемая энергия активации с учетом теплот адсорбции реагентов.

*Раздел 3. Теоретические основы гетерогенного катализа*

Хемосорбция. Классификация поверхностных соединений по структуре связей с поверхностью катализатора. Энергия связи металлов с поверхностью при ассоциативной и диссоциативной адсорбции.

Кристаллическое строение катализатора и каталитическая активность. Типы кристаллических решеток. Кристаллографические плоскости и свободные валентности металла. Реальная поверхность катализатора. дефекты кристаллической решетки и поверхности. Дисперсность металла.

Электронные свойства катализаторов. Проводники, полупроводники и изоляторы. Зонная теория. Уровень Ферми. Запрещенная зона. типы полупроводников. Локальные донорные и акцепторные уровни. Примесная проводимость.

Кислотно-основные свойства изоляторов. Центры кислотности Бренстеда и Льюиса, их термические превращения.

Взаимодействие катализатора и носителя. Сильное и слабое взаимодействие. Взаимодействие с реакционной средой. Явление спилловера. Бифункциональные катализаторы. Промоторы.

Деактивация и регенерация катализаторов. Кинетика деактивации.

*Раздел 4. Топохимические процессы*

Классификация топахимических реакций. Аналогия с гетерогенно-каталитическими реакциями и отличия от них. Типичные формы кинетических кривых. Принципы



кинетического моделирования топохимических реакций в кинетической области протекания. Уравнение Ерофеева-Аврами.

Области протекания топохимической реакции. Математическое моделирование топохимического процесса. Модель «сжимающаяся сфера» и «сжимающееся ядро» в кинетической, внешне- и внутридиффузионной областях протекания.

#### *Раздел 5. Гетерофазные процессы*

Системы «газ-жидкость». Поверхность контакта фаз. Абсорбция газа жидкостью как стадия процесса взаимодействия газообразного и растворенного реагентов. Области протекания гетерофазного процесса. Абсорбция хорошо и плохо растворимого газа.

Быстрая реакция в пограничном слое жидкости. Положение реакционной поверхности как функция растворимости и парциального давления газа.

Реакция в пограничном слое жидкости, сопровождающаяся реакцией в объеме. Уравнение скорости процесса. Аналогия с реакцией в поре твердого катализатора. Модуль Тиле и критерий Хатта.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>6</b>         | <b>216</b> | <b>162</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>2,36</b>      | <b>85</b>  | <b>63,75</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,5</i>       | <i>18</i>  | <i>13,5</i>  |
| Лекции                                                 | 0,25             | 9          | 6,75         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 2,11             | 76         | 57           |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,5</i>       | <i>18</i>  | <i>13,5</i>  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,64</b>      | <b>95</b>  | <b>71,25</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,64             | —          | —            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 95         | 71,25        |
| <b>Вид контроля:</b>                                   |                  |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                         | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1                | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                                  |                  | 35,6       | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Экзамен</b>   |            |              |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Гомогенный катализ в технологии основного органического синтеза» (Б1.В.ДВ.01.03)**

**1. Цель дисциплины** приобретение студентами углубленных знаний о физико-химических основах катализа и принципах организации промышленных гомогенно-каталитических процессов основного органического синтеза.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- основные теоретические концепции катализа;
- физико-химическую сущность различных типов гомогенного катализа химических реакций;

- особенности кинетики гомогенно-каталитических органических реакций;

- классификацию катализаторов.

*Уметь:*

- выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций;

- выбирать наиболее эффективные типы катализаторов для различных органических реакций;
- выбирать технологическое оформление гомогенно-каталитических процессов промышленной органической химии.

*Владеть:*

- методами оценки эффективности каталитических систем;
- научными основами создания и исследования катализаторов и каталитических процессов;
- методами исследования кинетики гомогенных, в том числе гомогенно-каталитических, органических реакций
- методами утилизации отработанных катализаторов.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Сущность катализа. Классификация катализаторов.*

Задачи курса. История развития знаний о катализе. Определение феномена катализа. Значение катализа в современной промышленной органической химии. Физико-химическая сущность каталитического действия. Каталитический цикл. Классификация катализаторов. Характеристики эффективности катализатора.

*Раздел 2. Теоретические основы кислотно-основного катализа.*

Определение кислот и оснований. Количественные характеристики кислотно-основных взаимодействий. Механизмы кислотно-основного катализа и факторы, определяющие его эффективность. Нуклеофильный катализ. Электрофильный катализ. Основной катализ.

*Раздел 3. Теоретические основы действия металлокомплексных катализаторов.*

Строение комплексов переходных металлов. Элементарные реакции в металлокомплексном катализе. Классификация лигандов. Номенклатура комплексных соединений. Правило 16/18-электронов.

*Раздел 4. Механизмы реакций металлокомплексного катализа.*

Механизмы ключевых реакций металлокомплексного катализа (присоединение, диссоциация и замещение лигандов, гомолитическое присоединение, окислительное присоединение, восстановительное элиминирование, внедрение,  $\alpha$ - и  $\beta$  элиминирование, внешняя нуклеофильная и электрофильная атака).

Механизмы важнейших промышленных реакций металлокомплексного катализа (гидрирование, изомеризация олефинов, олигомеризация и полимеризация олефинов, диспропорционирование, окисление, присоединение протонодонорных веществ к кратным связям, синтезы на основе окиси углерода, кросс-сочетание). Энантиоселективное гидрирование.

*Раздел 5. Промышленные процессы, катализируемые кислотами и основаниями.*

Типы реакционных узлов для каталитических процессов. Особенности выбора материалов для изготовления реакторного оборудования. Утилизация катализаторов.

*Раздел 6. Применение металлокомплексного катализа в промышленной органической химии.*

Общие особенности технологических процессов металлокомплексного катализа (конструкции реакторов; требования к конструкционным материалам; сепарация, рецикл и утилизация катализаторов). Наиболее значимые промышленные процессы (оксосинтез, карбонилирование метанола, селективное окисление этилена в ацетальдегид, окисление циклогексана, эпоксидирование олефинов, олигомеризация этилена, энантиоселективное гидрирование).

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                              | Всего |            | Семестры |            |                 |            |
|------------------------------------------------------------------|-------|------------|----------|------------|-----------------|------------|
|                                                                  |       |            | 1        |            | 2               |            |
|                                                                  | ЗЕ    | Акад.<br>ч | ЗЕ       | Акад.<br>ч | ЗЕ              | Акад.<br>ч |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану                  | 6     | 216        | 4        | 144        | 2               | 72         |
| Контактная работа аудиторные занятия:                            | 2,36  | 85         | 1,42     | 51         | 0,94            | 34         |
| в том числе в форме практической подготовки                      | 1,8   | 65         | 0,97     | 35         | 0,83            | 30         |
| Лекции                                                           | 0,25  | 9          | 0,25     | 9          | —               | —          |
| в том числе в форме практической подготовки                      | 0,028 | 1          | 0,028    | 1          | —               | —          |
| Практические занятия (ПЗ)                                        | 1,64  | 59         | 1,17     | 42         | 0,47            | 17         |
| в том числе в форме практической подготовки                      | 1,3   | 47         | 0,94     | 34         | 0,36            | 13         |
| Лабораторные занятия (Лаб)                                       | 0,47  | 17         | —        | —          | 0,47            | 17         |
| в том числе в форме практической подготовки                      | 0,47  | 17         | —        | —          | 0,47            | 17         |
| Самостоятельная работа                                           | 2,64  | 95         | 1,58     | 57         | 1,06            | 38         |
| Контактная самостоятельная работа                                | 2,64  | 0,4        | 1,58     | —          | 1,06            | 0,4        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины                     |       | 57         |          | 57         |                 | —          |
| Подготовка к выполнению лабораторных работ и составление отчетов |       | 37,6       |          | —          |                 | 37,6       |
| Вид контроля:                                                    |       |            |          |            |                 |            |
| Экзамен                                                          | 1     | 36         | 1        | 36         | —               | —          |
| Контактная работа промежуточная аттестация                       | 1     | 0,4        | 1        | 0,4        | —               | —          |
| Подготовка к экзамену                                            |       | 35,6       |          | 35,6       |                 | —          |
| Вид итогового контроля:                                          |       |            | Экзамен  |            | Зачет с оценкой |            |

| Виды учебной работы                                              | Всего |            | Семестры |            |      |            |
|------------------------------------------------------------------|-------|------------|----------|------------|------|------------|
|                                                                  |       |            | 1        |            | 2    |            |
|                                                                  | ЗЕ    | Астр.<br>ч | ЗЕ       | Астр.<br>ч | ЗЕ   | Астр.<br>ч |
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану                  | 6     | 162        | 4        | 108        | 2    | 54         |
| Контактная работа аудиторные занятия:                            | 2,36  | 63,75      | 1,42     | 38,25      | 0,94 | 25,5       |
| в том числе в форме практической подготовки                      | 1,8   | 48,75      | 0,97     | 26,25      | 0,83 | 22,5       |
| Лекции                                                           | 0,25  | 6,75       | 0,25     | 6,75       | —    | —          |
| в том числе в форме практической подготовки                      | 0,028 | 0,75       | 0,028    | 0,75       | —    |            |
| Практические занятия (ПЗ)                                        | 1,64  | 44,25      | 1,17     | 31,5       | 0,47 | 12,75      |
| в том числе в форме практической подготовки                      | 1,3   | 35,25      | 0,94     | 25,5       | 0,36 | 9,75       |
| Лабораторные занятия (Лаб)                                       | 0,47  | 12,75      | —        | —          | 0,47 | 12,75      |
| в том числе в форме практической подготовки                      | 0,47  | 12,75      | —        | —          | 0,47 | 12,75      |
| Самостоятельная работа                                           | 2,64  | 71,25      | 1,58     | 42,75      | 1,06 | 28,5       |
| Контактная самостоятельная работа                                | 2,64  | 0,3        | 1,58     | —          | 1,06 | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины                     |       | 42,75      |          | 42,75      |      | —          |
| Подготовка к выполнению лабораторных работ и составление отчетов |       | 28,2       |          | —          |      | 28,2       |
| Вид контроля:                                                    |       |            |          |            |      |            |
| Экзамен                                                          | 1     | 27         | 1        | 27         | —    | —          |
| Контактная работа промежуточная аттестация                       | 1     | 0,3        | 1        | 0,3        | —    | —          |
| Подготовка к экзамену                                            |       | 26,7       |          | 26,7       |      | —          |

|                         |  |         |                    |
|-------------------------|--|---------|--------------------|
| Вид итогового контроля: |  | Экзамен | Зачет<br>с оценкой |
|-------------------------|--|---------|--------------------|

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Механизмы химических реакций в ряду ароматических соединений»**  
**(Б1.В.ДВ.02.01)**

**1. Цель дисциплины** – углубление знаний, умений, владений и формирование компетенций в области механизмов органических реакций в ряду ароматических соединений, взаимосвязей «структура – метод синтеза – свойства» ароматических соединений.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- современное состояние теории механизмов органических реакций;
- современные физико-химические методы, используемые для установления механизмов реакций;

– основные типы механизмов реакций в ряду ароматических соединений.

*Уметь:*

- проводить анализ научной литературы в области современной органической химии;
- предполагать возможные пути протекания органической реакции на основании совокупности экспериментальных данных.

*Владеть:*

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и практическим аспектам органической химии;

– теоретическими основами современных физико-химических методов анализа строения и свойств органических веществ.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Типы механизмов реакций и их классификация. Способы установления механизмов реакций, применение современных физико-химических методов анализа*

**1.1. Номенклатура механизмов реакций.**

Дисциплина «Механизмы химических реакций в ряду ароматических соединений» и его связь с другими дисциплинами профиля. Определение понятия «механизм реакции». Значение представлений о механизмах реакций в органическом синтезе.

Типы механизмов реакций. Понятие об элементарной стадии, одно- и многостадийные процессы. Понятия «интермедиат» и «переходное состояние».

Кинетические и термодинамические аспекты протекания реакций (уравнения Гаммета и Тафта). Использование изотопно-меченых соединений при исследовании механизмов. Влияние растворителя. Стереохимические аспекты протекания реакций. Использование «ловушек» для коротко живущих промежуточных соединений.

Использование встречного синтеза. Перекрестные и конкурирующие процессы. Каталитические процессы, общий и специфический катализ. Применение физико-химических методов анализа для изучения механизмов реакций.

*Раздел 2. Электрофильное ароматическое замещение*

**2.1. Обобщенный механизм  $S_EAr$ .**

Электрофильное ароматическое замещение, типы механизмов. Субстраты и реагенты.

Обобщенный механизм электрофильного ароматического замещения,  $\pi$ - и  $\sigma$ -

комплексы. Ориентация электрофильного замещения и реакционная способность замещенных бензолов. Изомерия  $\sigma$ -комплексов. Интерпретация ориентации электрофильного замещения с позиции теории молекулярных орбиталей. Молекулярные орбитали монозамещенных бензолов, распределение плотности ВЗМО и его связь с ориентацией.

## 2.2. Основные реакции ароматического электрофильного замещения.

Основные реакции электрофильного ароматического замещения (нитрование, галогенирование, ацилирование, алкилирование, сульфирование). Для каждой из реакций рассматривается детальный механизм, кинетические особенности.

## Раздел 3. Нуклеофильное ароматическое замещение

### 3.1. Механизм элиминирования-присоединения.

Способы генерации дегидробензола и его строение. Ориентирующее влияние заместителей. Поведение конденсированных карбо- и гетероароматических субстратов.

### 3.2. Анион-радикальный механизм $S_{RN}1$ .

Субстраты, нуклеофилы и способы иницирования.

### 3.3. Бимолекулярный механизм присоединения-элиминирования $S_NAr$ .

Анионные  $\sigma$ -комплексы. Кинетические аспекты, общий основной катализ. Комплексы Сервиса и Мейзенгеймера. Применение комплексов Мейзенгеймера в органическом синтезе. Ориентирующее влияние заместителей.

Молекулярные  $\pi$ -орбитали аренов.

### 3.4. Викариозное нуклеофильное замещение.

Субстраты и реагенты. Применение в органическом синтезе. Механизм ANRORC. Перегруппировки Димрота и Коста-Сагитуллина.

### 3.3. Мономолекулярный механизм нуклеофильного ароматического замещения.

Взаимодействие солей арендиазония с основаниями Льюиса. Катализ солями меди (I), SET-механизм. Реакции Зандмейера и Шимана.

## 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины       |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>5</b>               | <b>180</b> | <b>135</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,42</b>            | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>               | <i>36</i>  | <i>27</i>    |
| Лекции                                                 | 0,25                   | 9          | 6,75         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,17                   | 42         | 31,5         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>               | <i>36</i>  | <i>27</i>    |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>3,58</b>            | <b>129</b> | <b>96,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 3,58                   | 0,4        | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                        | 128,6      | 96,45        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Зачет с оценкой</b> |            |              |

## Аннотация рабочей программы дисциплины

### «Технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза» (Б1.В.ДВ.02.03)

**1. Цель дисциплины** углубление знаний студентов о технологиях продуктов основного органического и нефтехимического синтеза.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

– технологии производства широкого спектра продуктов основного органического и нефтехимического синтеза;

– их аппаратное оформление.

*Уметь:*

– читать и строить принципиальные технологические схемы.

*Владеть:*

– навыками анализа достоинств и недостатков альтернативных технологий;

– навыками оценки направлений совершенствования существующих и перспектив.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Процессы производства простых эфиров*

Процессы  $\beta$ -оксиалкилирования. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства моноалкиловых и моноариловых эфиров этиленгликоля.

Процессы окисления и эпоксицирования олефинов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства оксидов этилена и пропилена, оксидов стирола,  $\alpha$ -олефинов  $C_{12}$ - $C_{16}$  и глицидола.

Процессы О-алкилирования. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства анизола и метил-трет-алкиловых эфиров.

#### *Раздел 2. Процессы производства сложных эфиров*

Процессы этерификации. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства сложных эфиров алифатических спиртов и карбоновых кислот.

Процессы винилирования и окислительного сочетания. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства винилацетата.

Процессы  $\beta$ -оксиалкилирования карбоновых кислот и их ангидридов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства моно- и диацетатов уксусной кислоты.

Процессы карбоксилирования спиртов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства метил- и этилформиатов.

#### *Раздел 3. Процессы производства карбоновых кислот и их ангидридов*

Процессы окисления парафинов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства уксусной кислоты и алифатических кислот  $C_7$ - $C_{20}$ .

Процессы окисления нафтенных. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства дикарбоновых кислот.

Процессы окисления ароматических соединений. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства фталевого и малеинового ангидридов, бензойной и терефталевой кислоты и её диметилового эфира.

Процессы окисления ацетальдегида. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства уксусной кислоты и уксусного ангидрида.

Процессы дегидратации уксусной кислоты. Научные основы и технологии производства уксусного ангидрида.

#### *Раздел 4. Процессы производства спиртов и гликолей*

Процессы гидратации олефинов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства спиртов  $C_2$ - $C_4$ .

Процессы гидратации  $\alpha$ -оксидов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов производства этилен- и пропиленгликолей.

Процессы гидрирования карбоновых кислот и их сложных эфиров. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства спиртов C<sub>10</sub>-C<sub>18</sub>.

Процессы гидрирования оксида углерода. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства метанола.

Процессы гидрирования альдегидов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства бутанола.

#### *Раздел 5. Процессы производства альдегидов и кетонов*

Процессы дегидрирования, окисления и окислительного дегидрирования спиртов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства формальдегида и ацетальдегида.

Процессы гидроформилирования олефинов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства масляного альдегида.

Процессы окисления олефинов. Научные основы, исходные вещества, катализаторы, типы реакционных узлов и технологии производства ацетальдегида и акролеина.

Процессы разложения гидропероксида кумола. Научные основы, типы реакционных узлов и технологии производства фенола и ацетона.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины       |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>5</b>               | <b>180</b> | <b>135</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>1,89</b>            | <b>68</b>  | <b>51</b>    |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,67</i>            | <i>60</i>  | <i>45</i>    |
| Лекции                                                 | 0,25                   | 9          | 6,75         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,028</i>           | <i>1</i>   | <i>0,75</i>  |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,64                   | 59         | 44,25        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,64</i>            | <i>59</i>  | <i>44,25</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>3,11</b>            | <b>112</b> | <b>84</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                      | 3,11                   | 0,4        | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                        | 111,6      | 83,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Зачет с оценкой</b> |            |              |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины «Фотоника хромофорных соединений» (Б1.В.ДВ.03.01)**

**1. Цель дисциплины** – обеспечить знаниями по основным типам, строению и свойствам основных классов хромофорных систем; синтетических путей получения хромофорных систем, возможностями управления фотохимическими и фотофизическими свойствами за счет вариации структуры хромофоров и введением подходящих заместителей в них; обеспечить информацией по основным областям применения фотоактивных хромофорных систем; научить планировать, организовывать и осуществлять подбор хромофорных систем для определенных применений и разрабатывать подходы к их синтезу.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- основные классы хромофорных систем,
- методы получения наиболее важных классов хромофоров,
- основные процессы, протекающие при фотооблучении в хромофорных системах;

- основные методы управления свойствами фотоактивных хромофорных систем;
- основные области применения фотоактивных хромофорных систем;
- основные тенденции развития химии фотоактивных хромофорных систем.

*Уметь:*

- проводить анализ возможных фотоактивируемых процессов на основе структуры и состава органического хромофора;
- предложить синтетические подходы к получению различных типов хромофорных систем;
- предложить методы физико-химического анализа для выявления фотоиндуцированных свойств хромофорных систем;
- предложить и обосновать подходящий тип фотоактивных хромофорных систем для конкретных практических применений.

*Владеть:*

- знаниями о структуре и свойствах фотоактивных хромофорных систем;
- методологическими подходами к получению фотоактивных хромофорных систем;
- методами анализа структуры фотоактивных хромофорных систем;
- способностью и готовностью к освоению новых методов получения и анализа фотоактивных хромофорных систем.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Основные понятия.*

1.1 Определение хромофорных систем. Основные типы хромофорных систем. Основные процессы, обусловленные взаимодействиями хромофорной системы со светом. Поглощение света и отражение. Поглощение света и рассеивание. Вынужденное изменение цвета. Поглощение света и эмиссия. Поглощение света и перенос энергии.

Основные типы технологических процессов, основанные на использовании хромофорных систем. Манипулирование светом (мониторы, галография, оптическая запись информации). Вынужденное изменение цвета (сенсоры, оптические линзы, средства защиты документов, умные окна и зеркала). Эмиссия света (отбеливатели, флуоресцентные красители, биологические маркеры, медицинская диагностика). Отражение (окрашивание тканей, бумаги, волос, пластмассы, красители в пищевой промышленности). Перенос энергии (фотокопировальная техника, лазерные принтеры, фотохимические синтезы, фотополимеризация, светодиоды). Перенос электрона (солнечные батареи, фотовольтаика, фотокатализ).

*Раздел 2. Органические люминофоры*

2.1 Процесс эмиссии света, конкурентные фотоиндуцированные процессы. Основные типы флуорофоров. Влияние структурных факторов на флуоресценцию (протяженность системы, жесткость структуры, природы заместителей). Флуорофоры, испускающие в ИК-области.

Агрегаты красителей и их люминесценция. Типы агрегатов. Модели МакРея-Каша. Методы построения агрегатов. Агрегация гетероциклических красителей. Смешанная агрегация. Области использования агрегации.

Сольватохромизм и дефектоскопия. Применение сольватохромизма при анализе жидкостей. Флуоресцентные термометры для биологических объектов.

Лазеры на органических красителях. Органические сцинтилляторы. Оптические отбеливатели.

2.2 Флуорофоры в медицине и биологии. Флуоресцентная спектроскопия, флуоресцентные реагенты. Флуоресцентные реагенты. Флуоресцентные белки. Молекулярная диагностика. Флуоресцентные метки и зонды. Методы введения органических красителей в состав биомолекул. Основные области использования флуорофоров в биологии и медицине (секвенирование ДНК, ПЦР). Области применения в медицине диагностика, лечение.

*Раздел 3. Металлоорганические соединения*



3.1 Электронные переходы в металлоорганических соединениях. Процессы люминесценции, переноса заряда и переноса электрона в металлокомплексах. Металлоорганические комплексы s-металлов (литий, бериллий). Металлоорганические комплексы p-металлов (бор, алюминий). Металлоорганические комплексы d-металлов (цинк, кадмий, кобальт, медь). Основные способы управления фотолюминесцентными характеристиками флуоресцентных комплексов s-, p-, d-элементов. Электролюминесценция, электролюминесцентные материалы. Комплексы редкоземельных металлов. «Эффект антенны». Три группы лантаноидов. Лиганды для редкоземельных металлов. Использование комплексов редкоземельных металлов в иммуноанализе, биоаналитических исследованиях, включающих анализ нуклеиновых кислот, белок белковые и лиганд рецепторные взаимодействия, ДНК и РНК исследования в образцах на определенных носителях (в пробирках, на микропланшетах, на микрочипах, на дисках и т. д.).

#### *Раздел 4. Фотохимические реакции*

4.1 Классификация фотохимических реакций. Законы фотохимии. Элементарные акты фотохимических реакций. Пути протекания фотохимических реакций. Фотохимическая E,Z-изомеризация алкенов.

4.2 Фотохимические перicyклические реакции: теоретические вопросы, примеры перicyклических реакций. Электроциклические реакции, сигматропные перегруппировки, ди-π-метановая перегруппировка. Фотохимия карбонильных соединений, фотохимия азотсодержащих органических соединений.

#### *Раздел 5. Фотохромные соединения*

5.1 Определение фотохромной реакции. Типы фотохромных переходов. Характеристики фотохромной реакции. Основные классы фотохромных соединений. Стириловые производные. Дигетарилэтены. Основания Шиффа. Спирогидролизины. Спиропираны и спиронафтоксазины. Бензо- и нафтопираны. Фульгиды. Виологены. Методы синтеза фотохромных соединений. Влияние структуры, типа и положения заместителей на фотохромные характеристики. Фотохимическая устойчивость. Основные процессы фотодеградации. Термохромизм. Применение фотохромов в промышленности (линзы, косметика, безопасность, переключатели, оптическая память).

#### *Раздел 6. Органические проводники*

6.1 Что такое органическая электроника. Открытие проводимости органических полимеров. Органические проводники. Характеристики проводимости различных типов полимерных, олигомерных и молекулярных проводников. Природа электронной подвижности органических материалов. Редокс-полимеры. Низкомолекулярные проводники. Методы получения полимерных проводников. Методы организации низкомолекулярных проводников в проводящие материалы. Использование проводящих материалов в качестве компонент электронных устройств, проводящих элементов в биологических устройствах. Органические светодиоды.

6.2. Тиофеновые производные. Методы синтеза замещенных тиофенов, введение заместителей. Оптические свойства, способность к образованию триплетных состояний.

#### *Раздел 7. Оптические и электрохимические сенсоры*

7.1 Определение оптического сенсора как устройства. Типы сенсорных устройств. Компоненты оптических сенсоров. Типы оптических сигналов для записи аналитической информации.

Молекулярный сенсор – активный элемент сенсорных устройств и материалов. Природа оптического сигнала в молекулярном сенсоре. Типы рецепторов, типы флуорофоров. Способы сочетания флуорофоров и рецепторов. Флуоресцентные реагенты для аналитического анализа.

Электрохимические сенсоры. Технологические сенсорные устройства. Сенсоры для биохимии. Оптоды. Одноразовый оптодный материал. Оптодные планшеты.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>5</b>         | <b>180</b> | <b>135</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,42</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>         | <i>36</i>  | <i>27</i>    |
| Лекции                                                 | 0,28             | 10         | 7,5          |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,14             | 41         | 30,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>         | <i>36</i>  | <i>27</i>    |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,58</b>      | <b>93</b>  | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,58             | —          | —            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 93         | 69,75        |
| <b>Вид контроля:</b>                                   |                  |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                         | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1                | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                                  |                  | 35,6       | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Экзамен</b>   |            |              |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### *«Проектирование аппаратов природных энергоносителей и углеродных материалов на основе математических моделей» (Б1.В.ДВ.03.02)*

**1. Цель дисциплины** – повышение научной и методологической компетенций магистранта, необходимых для решения профессиональных задач, связанных с выбором и расчетом технологических аппаратов химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов (ПЭ и УМ) на базе общей математической модели тепло-массопереноса с источниками, которая позволяет представить модель аппарата любого типа как ее частный случай; осуществление выбора технологического аппарата на основе анализа кинетики, термодинамики, условий массо- и теплопереноса в проектируемом аппарате.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- принципы построения материального баланса, необходимые для математического моделирования реактора;
- принципы построения теплового баланса, необходимые для математического моделирования реактора;
- основные характеристики проточных реакторов вытеснения и смешения как устройств со стационарным режимом работы и периодического реактора;
- принципы установления типа реактора по "холодной модели";
- однопараметрическая модель непрерывного реактора вытеснения;
- ячеечную модель непрерывного реактора вытеснения.
- двухпараметрическая квазигомогенная математическая модель непрерывного реактора вытеснения со стационарным слоем катализатора;
- математические модели аппаратов для многофазных процессов;
- математическую модель камеры коксования каменноугольной шихты.

*Уметь:*

- пользоваться методами построения материального баланса, необходимыми для

математического моделирования реактора;

- пользоваться методами построения теплового баланса, необходимыми для математического моделирования реактора;
- проводить статистическую обработку кривых отклика на ввод трассера;
- пользоваться значением критерия пекле для оценки вклада обратного перемешивания в гидродинамику аппарата вытеснения;
- приводить общее уравнение теплового и материального баланса к частным случаям идеальных и реальных реакторов;
- выбирать конкретную модель реактора и рассчитывать его основные размеры с использованием вычислительных методов.

*Владеть:*

- математическими методами в объеме, необходимом для математического моделирования и решения задач проектирования;
- программами решения систем дифференциальных и алгебраических уравнений материального и теплового балансов;
- способами статистической обработки экспериментальных данных, полученной на "холодной модели";
- методикой коррекции математических моделей аппарата при невозможности достичь заданных параметров процесса.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Введение.*

Основные понятия.

*Раздел 1. Вывод и анализ общих уравнений нестационарного теплопереноса с источниками.*

Построение уравнения материального баланса с источником. Перенос вещества за счет молекулярной диффузии и конвекции через выделенный анизотропный объем пространства, в котором протекает сложная химическая реакция как источник количества вещества.

Применение теоремы Остроградского-Гаусса к уравнению материального баланса с приведением интегралов по поверхности выделенного пространства к его объему.

Построение уравнения теплового баланса с источником. Перенос тепла за счет теплопроводности и конвекции через выделенный анизотропный объем пространства, в котором протекает сложная химическая реакция с ненулевым суммарным тепловым эффектом.

Применение теоремы Остроградского-Гаусса к уравнению теплового баланса с приведением интегралов по поверхности выделенного пространства к его объему.

Вывод общих уравнений материального и теплового балансов. Связь между ними.

Оценка основных размеров колонных и емкостных аппаратов смешения и вытеснения.

*Раздел 2. Математическое моделирование идеальных реакторов.*

Основные характеристики проточных реакторов вытеснения и смешения как устройств со стационарным режимом работы и периодического нестационарного устройства.

Математическая модель непрерывного реактора идеального смешения как безградиентного аппарата. Реальные непрерывные реакторы смешения, приближающиеся к идеальной модели. Материальный и тепловой балансы. Коррекция модели при невозможности достижения заданной производительности реактора.

Математическая модель непрерывного реактора идеального вытеснения. Реальные непрерывные реакторы вытеснения, приближающиеся к идеальной модели. Материальный и тепловой балансы. Коррекция модели при невозможности достижения заданной производительности реактора.

Математическая модель периодического реактора идеального смешения как

нестационарного аппарата. Реальные периодические реакторы смешения, приближающиеся к идеальной модели. Материальный и тепловой балансы. Коррекция модели при невозможности достижения заданной производительности реактора.

### *Раздел 3. Оценка гидродинамической модели реального реактора.*

Метод трассера. Использование «холодной» модели для оценки гидродинамической обстановки в аппарате. Застойные зоны. Байпасные потоки.

Статистическая обработка кривых отклика на ввод трассера. Дисперсия распределения времен пребывания. Критерий Пекле.

### *Раздел 4. Математическое моделирование неидеальных реакторов.*

Математическая модель непрерывного реактора вытеснения. Однопараметрическая модель. Использование критерия Пекле для оценки вклада обратного перемешивания. Материальный и тепловой балансы. Коррекция модели при невозможности достижения заданной производительности реактора.

Математическая модель непрерывного реактора вытеснения. Ячеечная модель. Использование критерия Пекле для оценки числа ячеек полного перемешивания. Материальный и тепловой балансы. Коррекция модели при невозможности достижения заданной производительности реактора.

Двухпараметрическая квазигомогенная математическая модель непрерывного реактора вытеснения со стационарным слоем катализатора. Условия применимости модели. Материальный и тепловой балансы. Коррекция модели при невозможности достижения заданной производительности реактора.

Математические модели аппаратов для многофазных процессов. Системы «газ-жидкость» и «газ-твердое» с организацией взвешенного слоя твердых частиц. Модель поведения пузыря газа в жидкости и в слое взвешенных твердых частиц.

Математическая модель камеры коксования каменноугольной шихты как периодического реактора с переносом тепла теплопроводностью через стенку камеры и слой загрузки.

### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>5</b>         | <b>180</b> | <b>135</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,90</b>      | <b>68</b>  | <b>51</b>    |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,47</i>      | <i>17</i>  | <i>12,75</i> |
| Лекции                                                 | 0,25             | 9          | 6,75         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,17             | 42         | 31,5         |
| Лабораторные работы (ЛР)                               | 0,47             | 17         | 12,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,47</i>      | <i>17</i>  | <i>12,75</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,11</b>      | <b>76</b>  | <b>57</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,11             | —          | —            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 76         | 57           |
| <b>Вид контроля:</b>                                   |                  |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                         | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1                | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                                  |                  | 35,6       | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Экзамен</b>   |            |              |

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Современные технологии основного органического и нефтехимического синтеза»**  
**(Б1.В.ДВ.03.03)**

**1. Цель дисциплины** формирование у выпускника целостного восприятия комплекса технологических знаний в области производства продуктов основного органического и нефтехимического синтеза и компетенций, позволяющих осуществлять профессиональную деятельность на промышленных предприятиях, в научно-исследовательских и проектных организациях.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

– физико-химические основы процессов производства нефтехимической продукции;

– технологии основных органических продуктов.

*Уметь:*

– выбирать оптимальное оборудование и рациональную технологическую схему производств конкретных крупнотоннажных органических веществ.

*Владеть:*

– навыками работы с научно-технической и справочной литературой;

– навыками чтения и составления химико-технологических схем технологических процессов органического синтеза;

– методами анализа, восприятия и оценки научно-технической информации, постановки цели и выбора путей её достижения.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Процессы производства оксида этилена.*

Обзор и анализ существующих технологий производства оксида этилена.

Условия и катализаторы окисления этилена. Технологии производства оксида этилена при использовании воздуха и технического кислорода.

Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

*Раздел 2. Процессы производства ацетальдегида.*

Обзор и анализ существующих способов производства ацетальдегида из этилена и ацетилен. Условия и катализаторы.

Технологии производства из ацетилен и этилена. Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

*Раздел 3. Процессы производства метанола.*

Обзор и анализ существующих способов получения метанола.

Условия и катализаторы. Технологии производства метанола при низком и повышенном давлении.

Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

*Раздел 4. Процессы производства этил- и изопропилбензола.*

Обзор и анализ существующих технологий производства этил- и изопропилбензола.

Технологии алкилирования бензола олефинами в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Условия и перспективные катализаторы. Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

*Раздел 5. Процессы производства стирола и α-метилстирола.*

Обзор и анализ существующих технологий производства стирола и α-метилстирола.

Технологии дегидрирования этил- и изопропилбензола в стирол и α-метилстирол.

Халкон (Halcon)-процесс для совместного производства стирола (α-метилстирола) и оксида пропилен. Современные тенденции совершенствования существующих

технологий.

*Раздел 6. Процессы производства уксусной кислоты.*

Обзор и анализ существующих промышленных способов получения уксусной кислоты.

Условия и катализаторы окисления легких парафиновых углеводородов и ацетальдегида и карбонилирования метанола.

Технологии производства уксусной кислоты и тенденции их совершенствования.

*Раздел 7. Процессы производства этанола и изопропанола.*

Обзор и анализ существующих способов получения этанола и изопропанола.

Условия и катализаторы. Технологии гидратации этилена и пропилена пропиленом. Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

*Раздел 8. Процессы производства формальдегида.*

Обзор и анализ существующих способов получения формальдегида.

Условия и катализаторы дегидрирования и окислительного дегидрирования метанола. Современные технологии синтеза формальдегида и пути их совершенствования.

*Раздел 9. Процессы производства винилацетата.*

Обзор и анализ существующих способов получения винилацетата.

Технология производства винилацетата из ацетиленов. Условия и катализаторы. Технология производства винилацетата из этилена. Условия и катализаторы.

Современные тенденции совершенствования существующих технологий.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>5</b>         | <b>180</b> | <b>135</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>1,42</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>         | <i>36</i>  | <i>27</i>    |
| Лекции                                                 | 0,25             | 9          | 6,75         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,056</i>     | <i>2</i>   | <i>1,5</i>   |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,17             | 42         | 31,5         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,94</i>      | <i>34</i>  | <i>25,5</i>  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,58</b>      | <b>93</b>  | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,58             | —          | —            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 93         | 69,75        |
| <b>Вид контроля:</b>                                   |                  |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                         | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа промежуточная аттестация             | 1                | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                                  |                  | 35,6       | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Экзамен</b>   |            |              |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

**«Физико-химические методы исследования органических соединений»**

**(Б1.В.ДВ.04.01)**

**1. Цель дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области методов физико-химического анализа, применяемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, позволяющих выпускнику осуществлять научно-исследовательскую профессиональную деятельность.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:*

ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.3.

*Знать:*

- физико-химические основы различных инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;
- аппаратное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа;
- особенности методик анализа и приготовления образцов;
- инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза.

*Уметь:*

- самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;
- определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, предполагать их структуру;
- проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа.

*Владеть:*

- понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;
- научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Физико-химические методы анализа.*

Цель и задачи курса. Связь курса с общими и специальными дисциплинами. Классификация методов. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы составления схемы анализа.

*Раздел 2. Методы разделения смесевых образцов. Хроматография.*

Методы разделения смесевых образцов: химические, физико-химические, хроматографические. Классификация хроматографических методов анализа, их специфика. Основные понятия хроматографии. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Детекторы. Газовая, в том числе капиллярная, хроматография, жидкостная ионообменная, эксклюзионная хроматография, ВЭЖХ. Использование хроматографии в кинетических исследованиях, в рутинном анализе.

*Раздел 3. Спектральные оптические методы анализа: УФ-, видимая, ИК-спектроскопия.*

Молекулярные спектры поглощения. Основные законы светопоглощения. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Качественный и количественный анализ. Электронные, колебательные и вращательные спектры. Особенности анализа проб в различном агрегатном состоянии. Аппаратурное оформление методов и области применения. Фурье-преобразование в ИК-спектроскопии. Интерпретация спектров продуктов основного органического синтеза.

*Раздел 4. Магнитные резонансные спектроскопические методы.*

ЯМР-спектроскопия (ПМР и  $^{13}\text{C}$ -ЯМР), ЭПР-спектроскопия. Физико-химические основы методов. Аппаратурное оформление. Особенности методик анализа и приготовления образцов. Инфраструктура спектров и их количественная обработка. Применение для идентификации соединений.

#### *Раздел 5. Масс-спектрометрия.*

Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Аппаратурное оформление. Особенности методик анализа и приготовления образцов. Хромато-масс-спектрометрия. Примеры использования метода в анализе продуктов основного органического синтеза.

#### *Раздел 6. Методы атомной спектроскопии.*

Атомные спектры эмиссии и поглощения. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Электротермическая атомизация. Индуктивно связанная плазма. Регистрация спектра. Идентификация и определение элементов по спектрам. Физические и химические помехи. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов. Способы подготовки пробы. Примеры использования методов.

#### *Раздел 7. Рентгено-спектральные методы.*

Физико-химические основы метода. Используемая аппаратура, особенности метода (приготовление проб, источник излучения, монохроматизация излучения). Функция радиального атомного распределения. Использование ее в рентгеноспектральном анализе плохо структурированных веществ. Примеры использования рентгеновских методов для анализа каталитических систем.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                              | Объем дисциплины       |           |             |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|-------------|
|                                                                  | ЗЕ                     | Акад. ч.  | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>           | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>54</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>                   | <b>0,95</b>            | <b>34</b> | <b>25,5</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</i> | <i>0,72</i>            | <i>26</i> | <i>19,5</i> |
| Лекции                                                           | 0,28                   | 10        | 7,5         |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)        | 0,05                   | 2         | 1,5         |
| Практические занятия (ПЗ)                                        | 0,67                   | 24        | 18          |
| в том числе в форме практической подготовки (при наличии)        | 0,67                   | 24        | 18          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                    | <b>1,05</b>            | <b>38</b> | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                                | 1,05                   | 0,4       | 0,3         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины                     |                        | 37,6      | 28,2        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                                   | <b>Зачет с оценкой</b> |           |             |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

#### **«Гибкие методы анализа в технологических исследованиях природных энергоносителей и углеродных материалов» (Б1.В.ДВ.04.02)**

**1. Цель дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области методов физико-химического анализа, применяемых в технологии переработки природных энергоносителей и углеродных материалов, позволяющих выпускнику осуществлять научно-исследовательскую профессиональную деятельность.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.3.

*Знать:*

– физико-химические основы различных инструментальных методов анализа, используемых в технологии переработки природных энергоносителей и углеродных материалов;

– аппаратурное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа;



- особенности методик анализа и приготовления образцов;
- инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии переработки природных энергоносителей и углеродных материалов.

*Уметь:*

- самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии переработки природных энергоносителей и углеродных материалов;
- определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ, используемых в технологии переработки природных энергоносителей и углеродных материалов, предполагать их структуру;
- проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа.

*Владеть:*

- понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии переработки природных энергоносителей и углеродных материалов;
- научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Физико-химические методы анализа.*

Цель и задачи курса. Связь курса с общими и специальными дисциплинами. Классификация методов. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы составления схемы анализа.

*Раздел 2. Методы разделения смесевых образцов. Хроматография.*

Методы разделения смесевых образцов: химические, физико-химические, хроматографические. Классификация хроматографических методов анализа, их специфика. Основные понятия хроматографии. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Детекторы. Газовая, в том числе капиллярная, хроматография, жидкостная ионообменная, эксклюзионная хроматография, ВЭЖХ. Использование хроматографии в кинетических исследованиях, в рутинном анализе.

*Раздел 3. Спектральные оптические методы анализа: УФ-, видимая, ИК-спектроскопия.*

Молекулярные спектры поглощения. Основные законы светопоглощения. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Качественный и количественный анализ. Электронные, колебательные и вращательные спектры. Особенности анализа проб в различном агрегатном состоянии. Аппаратурное оформление методов и области применения. Фурье-преобразование в ИК-спектроскопии. Интерпретация спектров продуктов основного органического синтеза.

*Раздел 4. Магнитные резонансные спектроскопические методы.*

ЯМР-спектроскопия (ПМР и  $^{13}\text{C}$  ЯМР), ЭПР-спектроскопия. Физико-химические основы методов. Аппаратурное оформление. Особенности методик анализа и приготовления образцов. Инфраструктура спектров и их количественная обработка. Применение для идентификации соединений.

*Раздел 5. Масс-спектрометрия.*

Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Аппаратурное оформление. Особенности методик анализа и приготовления образцов. Хромато-масс-спектрометрия. Примеры использования метода в анализе продуктов основного органического синтеза.

*Раздел 6. Методы атомной спектроскопии.*

Атомные спектры эмиссии и поглощения. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Электротермическая атомизация. Индуктивно связанная плазма. Регистрация спектра. Идентификация и определение элементов по спектрам. Физические и химические помехи. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов. Способы подготовки пробы. Примеры использования методов.

#### *Раздел 7. Рентгено-спектральные методы.*

Физико-химические основы метода. Используемая аппаратура, особенности метода (приготовление проб, источник излучения, монохроматизация излучения). Функция радиального атомного распределения. Использование ее в рентгеноспектральном анализе плохо структурированных веществ. Примеры использования рентгеновских методов для анализа каталитических систем.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины       |           |             |
|--------------------------------------------------------|------------------------|-----------|-------------|
|                                                        | ЗЕ                     | Акад. ч.  | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>54</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>0,94</b>            | <b>34</b> | <b>25,5</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,83</i>            | <i>30</i> | <i>22,5</i> |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,94                   | 34        | 25,5        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,83</i>            | <i>30</i> | <i>22,5</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>1,06</b>            | <b>38</b> | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 1,06                   | 0,4       | 0,3         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                        | 37,6      | 28,2        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Зачет с оценкой</b> |           |             |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

#### **«Физико-химические методы анализа в технологических исследованиях» (Б1.В.ДВ.04.03)**

**1. Цель дисциплины** формирование комплекса знаний, умений и навыков в области методов физико-химического анализа, применяемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, позволяющих выпускнику осуществлять научно-исследовательскую профессиональную деятельность.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.3.

*Знать:*

– физико-химические основы различных инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;

– аппаратное оформление различных инструментальных физико-химических методов анализа;

– особенности методик анализа и приготовления образцов;

– инфраструктуру спектров и других экспериментальных данных, полученных в результате анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза.

*Уметь:*

– самостоятельно выбирать наиболее эффективный для решения конкретной задачи метод анализа веществ, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;

– определять по данным методов физико-химических анализов свойства веществ,

используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза, предполагать их структуру;

– проводить количественную обработку экспериментальных данных, полученных в результате анализа.

*Владеть:*

– понятиями о возможностях инструментальных методов анализа, используемых в технологии основного органического и нефтехимического синтеза;

– научными основами инструментальных методов анализа с целью решения возникающих задач физико-химического анализа в том числе, выходящих за пределы компетентности конкретного направления.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение. Физико-химические методы анализа.*

Цель и задачи курса. Связь курса с общими и специальными дисциплинами. Классификация методов. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы составления схемы анализа.

*Раздел 2. Методы разделения смесевых образцов. Хроматография.*

Методы разделения смесевых образцов: химические, физико-химические, хроматографические. Классификация хроматографических методов анализа, их специфика. Основные понятия хроматографии. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Детекторы. Газовая, в том числе капиллярная, хроматография, жидкостная ионообменная, эксклюзионная хроматография, ВЭЖХ. Использование хроматографии в кинетических исследованиях, в рутинном анализе.

*Раздел 3. Спектральные оптические методы анализа: УФ-, видимая, ИК-спектроскопия.*

Молекулярные спектры поглощения. Основные законы светопоглощения. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Качественный и количественный анализ. Электронные, колебательные и вращательные спектры. Особенности анализа проб в различном агрегатном состоянии. Аппаратурное оформление методов и области применения. Фурье-преобразование в ИК-спектроскопии. Интерпретация спектров продуктов основного органического синтеза.

*Раздел 4. Магнитные резонансные спектроскопические методы.*

ЯМР-спектроскопия (ПМР и  $^{13}\text{C}$  ЯМР), ЭПР-спектроскопия. Физико-химические основы методов. Аппаратурное оформление. Особенности методик анализа и приготовления образцов. Инфраструктура спектров и их количественная обработка. Применение для идентификации соединений.

*Раздел 5. Масс-спектрометрия.*

Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Аппаратурное оформление. Особенности методик анализа и приготовления образцов. Хромато-масс-спектрометрия. Примеры использования метода в анализе продуктов основного органического синтеза.

*Раздел 6. Методы атомной спектроскопии.*

Атомные спектры эмиссии и поглощения. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Электротермическая атомизация. Индуктивно связанная плазма. Регистрация спектра. Идентификация и определение элементов по спектрам. Физические и химические помехи. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов. Способы подготовки пробы. Примеры использования методов.

*Раздел 7. Рентгено-спектральные методы.*

Физико-химические основы метода. Используемая аппаратура, особенности метода (приготовление проб, источник излучения, монохроматизация излучения). Функция

радиального атомного распределения. Использование ее в рентгеноспектральном анализе плохо структурированных веществ. Примеры использования рентгеновских методов для анализа каталитических систем.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины       |           |             |
|--------------------------------------------------------|------------------------|-----------|-------------|
|                                                        | ЗЕ                     | Акад. ч.  | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>54</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>0,94</b>            | <b>34</b> | <b>25,5</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,83</i>            | <i>30</i> | <i>22,5</i> |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,94                   | 34        | 25,5        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,83</i>            | <i>30</i> | <i>22,5</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>1,06</b>            | <b>38</b> | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 1,06                   | 0,4       | 0,3         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                        | 37,6      | 28,2        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Зачет с оценкой</b> |           |             |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### *«Математическое моделирование процессов тонкого органического синтеза» (Б1.В.ДВ.05.01)*

**1. Цель дисциплины** – углубление знаний, умений, владений и формирование (развитие) компетенций в области математического моделирования процессов тонкого органического синтеза, составления адекватного математического описания стадий ХТП с учетом способа организации процесса, условий его реализации и типа оборудования.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- суть системного подхода при разработке химико-технологического процесса;
- основные математические модели, описывающие структуру потока в реакторах;
- способы учета отклонения структуры потока в реальных химических системах от идеальных моделей;

- методы определения структуры потока в реальных системах;
- математическое описание условий теплообмена в зависимости от организации процесса, структуры потока и режимов теплообмена;

- подходы к учету особенностей массообмена для гетерогенных процессов.

*Уметь:*

- оценивать необходимость математического моделирования для конкретного химического превращения;

- провести определение математической модели структуры потока на основании экспериментальных данных метода индикаторного возмущения;

- провести оценку эффективности химического превращения в зависимости от организации процесса и математической модели структуры потока;

- рассчитывать необходимую поверхность теплопередачи для реакторов непрерывного, периодического и полупериодического действия.

*Владеть:*

- общей методологией математического описания химического процесса для различных способов его реализации;

- методами расчетов на основании математических моделей эффективности

химического реактора;

– подходами, позволяющими на начальном этапе разработки химико-технологического процесса, осуществить выбор организации процесса и потенциального реактора.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Системный подход при разработке многостадийных ХТП.*

Этапы разработки ХТП. Сущность системного подхода. Химическая система, ее параметры. Организация процесса. Показатели эффективности. Математическая модель, ее составляющие.

*Раздел 2. Определение структуры потока. Сравнение эффективности моделей.*

Методы определения структуры потока. Сущность индикаторного метода. Идеальные модели, их функции отклика. Неустановившийся и установившийся режимы. Дифференциальные функции распределения времени. Сравнение моделей. Тепловые балансы для адиабатического режима и теплообмена через поверхность теплопередачи. Учет отклонения реальных систем от идеальных моделей. Диффузионная модель, ячеечная модель с обратными потоками, рециркуляционная модель с застойной зоной. Экспериментальное определение модели структуры потока по отклику на индикаторное возмущение. Моделирование периодических процессов с учетом теплообмена. Моделирование полупериодических процессов с учетом теплообмена. Сравнение эффективности моделей при разных порядках химических реакций.

*Раздел 3. Конкретные примеры математического моделирования типовых процессов.*

Адиабатическое хлорирование бензола по Беркману. Режим эмульгирования, критериальные уравнения. Расчет степени конверсии и времени пребывания. Эффективность реакторов при хлорировании бензола.

Сульфирование 2-нафтола. Моделирование массообмена между жидкой и твердой фазами. Механизмы процесса, определение их адекватности. Влияние и учет макрокинетики при моделировании.

Каталитическое восстановление ароматических нитросоединений в жидкой фазе. Расчет распределения потоков по ступеням. Определение общего расхода водорода и высоты ступени восстановления.

Математическое описание контактно-каталитических процессов в аппаратах колонного, трубчатого типа, в кипящем слое катализатора. Критерии выбора конкретного конвертора.

### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,42</b>      | <b>51</b>  | <b>38,55</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,14</i>      | <i>57</i>  | <i>30,75</i> |
| Лекции                                                 | 0,28             | 10         | 7,5          |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,14             | 41         | 30,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,14</i>      | <i>41</i>  | <i>30,75</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>1,58</b>      | <b>57</b>  | <b>42,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 1,58             | 0,4        | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 56,6       | 42,45        |
| <b>Экзамен</b>                                         | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1                | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                                  |                  | 35,6       | 26,7         |

|                         |                                         |
|-------------------------|-----------------------------------------|
| Вид итогового контроля: | Защита<br>курсового проекта,<br>Экзамен |
|-------------------------|-----------------------------------------|

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Основное и вспомогательное оборудование в технологии переработки топлива»**  
**(Б1.В.ДВ.05.02)**

**1. Цель дисциплины** – развитие у студентов навыков анализа закономерностей с целью выявления общности сути явлений в области переработки топлива, необходимость показать взаимосвязь научных исследований с проектированием и строительством предприятий, проектирование установок по переработке нефти и газа, решение проблем комплексного использования природных энергоносителей, проблемы охраны окружающей среды и техника безопасности; показать взаимосвязь научных исследований с проектированием и строительством предприятий, проектирование установок получению углеродных материалов, проблемы охраны окружающей среды и техника безопасности, рассмотреть основные закономерности измельчения твердых материалов, ввести понятия о классификации сыпучих материалов, сформировать представления об основных элементах технологического расчета оборудования измельчения, формования и термической обработки изделий.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- источники углеродсодержащего сырья;
- типовые схемы размольных установок;
- типы машин сверхтонкого помола;
- классификация зернистых материалов;
- оборудование классификации зернистых материалов;
- принципы составления шихт;
- способы формования изделий из шихты;
- классификация прокалочных, обжиговых и графитационных печей;
- типы оборудования механической обработки готовых изделий;
- принципы хранения сырья и готовой продукции;
- основные технологические операции и оборудование для технологии углеродных материалов.

*Уметь:*

- рассчитывать производительность щековых дробилок;
- рассчитывать производительность валковых дробилок;
- рассчитывать производительность барабанных мельниц;
- подбирать оборудование для формования изделий в зависимости от их назначения;
- составлять материальный и тепловой балансы печи;
- подбирать оборудование для механической обработки готовой продукции;
- самостоятельно анализировать протекание основных технологических операций, работу основного оборудования;
- выполнять необходимые инженерно-технологические расчеты.

*Владеть:*

- расчетами затрат на измельчение в щековых дробилках;
- расчетами затрат на измельчение в валковых дробилках;
- расчетами затрат на измельчение в барабанных мельницах;

- элементами технологического расчета оборудования классификации в тяжелых средах;
- элементами технологического расчета оборудования классификации в использовании инерционных сил;
- основами расчета печей;
- принципами хранения сырья и готовой продукции.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Измельчение и формование углеродсодержащих материалов*

Материалы, применяемые в электродной технологии: основные требования и свойства. Источники сырья. Измельчение твердых материалов. Классификация размольных машин. Затраты энергии на измельчение. Основные требования к размольным машинам. Типовые схемы размольных установок. Классификация дисперсных материалов. Физические основы анализа и расчета процессов классификации. Оборудование. Сравнение достоинств и недостатков. Классификация зернистых материалов. Общие сведения. Составление шихт, формование углеродсодержащих материалов. Назначение операции. Принципы составления шихт.

#### *Раздел 2. Термическая обработка углеродсодержащих материалов*

Прокаливание сырьевых материалов и обжиг изделий. Общие положения. Назначения операций. Классификация печей. Основы расчета печей (материальные и тепловые балансы). Прокалочные печи. Оборудование (печи) для обжига изделий. Муфельные печи, Многокамерные кольцевые печи, Туннельные печи, Электрические печи. Графитация (графитирование) изделий. Назначение операции. Общие положения о графитировании углеродных изделий. Оборудование для графитации изделий.

#### *Раздел 3. Вспомогательные стадии получения углеродных материалов*

Механическая обработка изделий. Назначение операции. Оборудование. Хранение сырья и готовой продукции.

### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                              | Объем дисциплины |            |              |
|------------------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                                  | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>           | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>                   | <b>1,42</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</i> | <i>0,5</i>       | <i>18</i>  | <i>13,5</i>  |
| Лекции                                                           | 0,25             | 9          | 6,75         |
| Практические занятия (ПЗ)                                        | 1,17             | 42         | 31,5         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки (при наличии)</i> | <i>0,5</i>       | <i>18</i>  | <i>13,5</i>  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                    | <b>1,58</b>      | <b>57</b>  | <b>42,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                                | 1,58             | —          | —            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины                     |                  | 57         | 42,75        |
| <b>Вид контроля:</b>                                             |                  |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                                   | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация                     | 1                | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                                            |                  | 35,6       | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                                   | <b>Экзамен</b>   |            |              |

#### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

#### **«Проектирование процессов основного органического и нефтехимического синтеза» (Б1.В.ДВ.05.03)**

**1. Цель дисциплины** углубление знаний и навыков студентов в области проектирования химико-технологических схем, математического моделирования и расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

– принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза.

*Уметь:*

– принципы и методы расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза;

– проектировать химико-технологические схемы.

*Владеть:*

– навыками математического моделирования и расчета оборудования производств основного органического и нефтехимического синтеза.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Основы технологии проектирования.**

Проектирование, его роль и место в процессе создания научно-технического потенциала и производительных сил. Организация проектных работ. Экономические критерии эффективности производства. Выбор метода производства по укрупненным показателям. Основные стадии проектирования и исходные данные. Техно-экономическое обоснование, проект, последовательность выполнения проекта. Проектно-сметная документация. Задачи и критерии решений, принимаемых на каждой стадии проектирования. Точка строительства, связь с мощностью, проблемами баланса энергии, тепла и отходов. Решение проблем экологии. Генплан предприятия, кооперирование вспомогательных производств, инженерных сооружений и коммуникаций с другими предприятиями промышленного узла.

Технологическое проектирование, основные задачи. Непрерывные и периодические производства. Понятие о гибких автоматизированных производственных системах (ГАПС). Основные блоки ХТС и их назначение: хранение и подготовка сырья, химическое превращение, разделение и очистка продуктов, удаление и очистка отходов.

Автоматизация и управление технологическим процессом. Стандартное (каталожное) оборудование, нестандартное и нестандартизированное оборудование. Основные принципы компоновки оборудования. Технологические, технико-экономические, монтажные, ремонтные требования, требования охраны труда. Согласование, экспертиза и утверждение проектов. Авторский надзор.

#### **Раздел 2. Принципы проектирования реакторных узлов.**

Материальные и тепловые расчеты непрерывных и периодических процессов технологии основного органического синтеза. Расчет реакторов для периодических и непрерывных процессов по производственным данным. Гомогенные процессы в органическом синтезе. Организация материальных и тепловых потоков в реакционном технологическом узле. Типовые реакторы, их конструкции. Выбор в зависимости от условий процесса. Периодические реакторы, графики работы. Расчет реакторов по математическим моделям. Реакторный узел полупериодических процессов, его расчет. Реакторы для непрерывных процессов, их основные конструкции. Расчет по идеальным моделям в изотермических и неизотермических условиях. Адиабатический режим. Передача тепла через стенку при постоянной и переменной температуре теплоносителя. Расчет реакторов для простых и сложных реакций с учетом температурного профиля. Автотермический режим работы реакторов.

#### **Раздел 3. Элементы анализа и синтеза ХТС в технологии органического синтеза.**

Иерархия производства - отрасль, производственное объединение, завод, цех, технологический узел. Критерии оптимальности производства. Приведенные затраты и их



структура. Минимизация себестоимости продукции и её связь с параметрами процесса. Общие принципы построения ХТС: непрерывность, энергоемкость, безотходность, компактность. Оптимизация выбранной ТС. Принципы оптимизации системы "реактор - разделение". Примеры расчетов. Эксергетический анализ ТС. Энерготехнология процессов органического синтеза. Термoeкономическая оптимизация в органическом синтезе. Особенности анализа и синтеза ХТС в технологии тонкого органического синтеза. Совмещенные ТС, решение задачи их создания. Проектирование ТС как объект автоматизации. Особенности автоматизированного проектирования производств органического синтеза. Связь САПР с автоматизированными системами переработки информации и управления. Состав и структура САПР, основные виды обеспечения, программы, решаемые задачи.

#### Раздел 4. Курсовое проектирование.

Выдача исходных данных для проектирования. Состав исходных данных: Обзор способов получения данного вещества. Техничeко-экономическое обоснование выбора способа производства и места строительства. Физико-химические характеристики сырья, вспомогательных материалов, основных и побочных продуктов. Краткие физико-химические основы процесса. Описание технологической схемы, включая пуск и остановку. Расчет материальных потоков ТС, включая краткое описание алгоритмов расчета, таблица материальных потоков. Выбранные технологические параметры процесса и диапазон их допустимого изменения (анализ устойчивости работы схемы). Расчет и выбор основного технологического оборудования ТС, таблица выбранного оборудования с указанием объема, поверхности теплообмена, давления, температуры, расходов и т.п. Решения по КИП и автоматизации ТС, аналитическому контролю производства, по технике безопасности и охране труда, промсанитарии, противопожарной профилактике, по очистке сточных вод и газовых выбросов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Всего        |            | Семестры               |           |                                 |           |
|--------------------------------------------------------|--------------|------------|------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                                                        |              |            | 1                      |           | 2                               |           |
|                                                        | ЗЕ           | Акад. ч    | ЗЕ                     | Акад. ч   | ЗЕ                              | Акад. ч   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>     | <b>144</b> | <b>2</b>               | <b>72</b> | <b>2</b>                        | <b>72</b> |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>1,42</b>  | <b>51</b>  | <b>0,95</b>            | <b>34</b> | <b>0,47</b>                     | <b>17</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>     | <i>36</i>  | <i>0,61</i>            | <i>22</i> | <i>0,39</i>                     | <i>14</i> |
| Лекции                                                 | 0,222        | 8          | 0,22                   | 8         | —                               | —         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,056</i> | <i>2</i>   | <i>0,056</i>           | <i>2</i>  | —                               | —         |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,194        | 43         | 0,73                   | 26        | 0,47                            | 17        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,94</i>  | <i>34</i>  | <i>0,556</i>           | <i>20</i> | <i>0,389</i>                    | <i>14</i> |
| Лабораторные занятия (Лаб)                             | —            | —          | —                      | —         | —                               | —         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,58</b>  | <b>93</b>  | <b>1,05</b>            | <b>38</b> | <b>1,53</b>                     | <b>55</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      |              | 0,8        |                        | 0,4       |                                 | 0,4       |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           | 2,58         | 37,6       | 1,05                   | 37,6      | 1,53                            | —         |
| Выполнение курсового проекта                           |              | 54,6       |                        | —         |                                 | 54,6      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         |              |            | <b>Зачет с оценкой</b> |           | <b>Защита курсового проекта</b> |           |

| Виды учебной работы                                    | Всего        |              | Семестры               |             |                                 |              |
|--------------------------------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------------|---------------------------------|--------------|
|                                                        |              |              | 1                      |             | 2                               |              |
|                                                        | ЗЕ           | Астр. ч      | ЗЕ                     | Астр. ч     | ЗЕ                              | Астр. ч      |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>     | <b>108</b>   | <b>2</b>               | <b>54</b>   | <b>2</b>                        | <b>54</b>    |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>1,42</b>  | <b>38,25</b> | <b>0,95</b>            | <b>25,5</b> | <b>0,47</b>                     | <b>12,75</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>     | <i>27</i>    | <i>0,61</i>            | <i>16,5</i> | <i>0,39</i>                     | <i>10,5</i>  |
| Лекции                                                 | 0,222        | 6            | 0,22                   | 6           | —                               | —            |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,056</i> | <i>1,5</i>   | <i>0,056</i>           | <i>1,5</i>  | —                               | —            |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,194        | 32,25        | 0,73                   | 19,5        | 0,47                            | 12,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,94</i>  | <i>25,5</i>  | <i>0,556</i>           | <i>15</i>   | <i>0,389</i>                    | <i>10,5</i>  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,58</b>  | <b>69,75</b> | <b>1,05</b>            | <b>28,5</b> | <b>1,53</b>                     | <b>41,25</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,58         | 0,6          | 1,05                   | 0,3         | 1,53                            | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |              | 28,2         |                        | 28,2        |                                 | —            |
| Выполнение курсового проекта                           |              | 40,95        |                        | —           |                                 | 40,95        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         |              |              | <b>Зачет с оценкой</b> |             | <b>Защита курсового проекта</b> |              |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Применение красителей» (Б1.В.ДВ.06.01)

**1. Цель дисциплины** – приобретение знаний, владений и формирование компетенций в области крашения водонерастворимыми красителями, печати красителей на волокнистых материалах различного состава, способов отделки окрашенных материалов для улучшения их эксплуатационных свойств, а также способах крашения кожи, меха, волокна в массе, пластмасс, резины, бумаги и других материалов и субстанций.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3.

*Знать:*

- процессы гладкого крашения не растворимыми в воде красителями;
- процессы печатания на волокнистых материалах;
- состав и свойства натурального меха и кожи;
- назначение и способы осуществления заключительной отделки окрашенных материалов.

*Уметь:*

- оценивать колористические свойства красителей;
- оценить устойчивость окрасок к различным видам внешних воздействий;
- применять вспомогательные химические вещества для придания специальных потребительских качеств.

*Владеть:*

- навыками работы со специальной литературой, отражающей специфику крашения различных материалов в нетекстильной отрасли;
- лабораторными методиками крашения меха и кожи.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Нерастворимые в воде красители*

1.1. Дисперсные красители. Специальные требования к химическому строению.

Механизм крашения и фиксации на волокне. Интенсификаторы в суспензионном крашении. Крашение под давлением Непрерывно-поточные методы крашения. Аппаратурное оформление процессов крашения.

1.2. Кубовые красители. Лейкосоединения. Лейкопотенциал. Механизм фиксации на волокне. Периодический метод крашения целлюлозы: холодный, тёплый, нормальный и специальный способы. Непрерывный метод крашения целлюлозы. Крашение смесовой хлопко-лавсановой ткани.

Крашение кубозолями. Область применения.

1.3. Сернистые красители. Строение, крашение целлюлозных волокон. Химизм процесса при крашении и механизм фиксации на волокне. Способы упрочнения. Применение тиазолов БС.

1.4. Крашение путём синтеза пигментов на волокне. Азотольные пигменты. «Ледяное крашение». Азотолы и стойкие формы диазосоединений, их строение, классификация. Крашение белковых волокон модифицированными азотолами. Азоли. Азоацеты.

Чёрный анилиновый пигмент. Окислительный и запарной способы образования на волокне.

Ароиленимидазольные и фталоцианиновые пигменты. Кубогены.

## *Раздел 2. Узорчатое расцвечивание или печатание тканей*

2.1. Расцвечивание тканей. Процесс печатания. Виды печати. Печатная краска. Способ нанесения рисунка. Тканепечатные машины. Особенности протекания стадий перехода красителя в волокно при печатании тканей.

2.2. Печатание кислотными и кислотными металлосодержащими красителями.

Печатание катионными красителями.

Печатание прямыми красителями. Способы упрочнения рисунка.

Печатание активными красителями. Прямая печать по одностадийной и двухстадийной технологии.

Печатание кубовыми красителями и кубозолями. Щёлочно-гидросульфитный, ронгалитно-поташный и двухстадийный способ прямой печати. Вытравная печать.

Печатание сернистыми красителями.

Печатание по хлопчатобумажной ткани с образованием Анилинового чёрного.

Печатание нерастворимыми гидроксизокрасителями по хлопчатобумажной ткани.

Печатание пигментами. Компоненты печатной краски, обеспечивающие адгезию окрашенной плёнки на ткани.

Печатание дисперсными красителями. Сублимационные методы печати.

*Раздел 3. Применение красителей в кожевенном и меховом производстве. Заключительная отделка текстильных материалов. Применение красителей в других отраслях промышленности.*

3.1. Строение шкуры животных. Основные операции выделки кожи. Крашение кожи в растворах красителей и покрывное крашение. Состав покрывных красок, методы нанесения на кожу.

3.2. Природа меха. Основные операции выделки меха и подготовка к крашению. Окислительное крашение и крашение традиционными красителями.

3.3. Заключительная отделка текстильных материалов.

3.4. Применение красителей в не текстильных отраслях промышленности.

## **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,42</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>0,75</b>      | <b>27</b>  | <b>20,25</b> |

|                                                    |                        |           |              |
|----------------------------------------------------|------------------------|-----------|--------------|
| Лекции                                             | 0,47                   | 17        | 12,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                          | 0,48                   | 17        | 12,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>0,28</i>            | <i>10</i> | <i>7,5</i>   |
| Лабораторные работы (ЛР)                           | 0,47                   | 17        | 12,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>0,47</i>            | <i>17</i> | <i>12,75</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,58</b>            | <b>93</b> | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,58                   | 0,4       | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 92,6      | 69,45        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |           |              |

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Технологические расчеты в САПР для проектирования процессов технологии**  
**природных энергоносителей и углеродных материалов» (Б1.В.ДВ.06.02)**

**1. Цель дисциплины** – формирование на базе усвоенной системы знаний у студентов инженерного мышления и подготовка их к осуществлению дальнейшего прогресса в области технологии и проектирования процессов тяжелой химической промышленности. В процессе изучения дисциплины студенты знакомятся с теоретическими основами программ, применяемы при проектировании конструкций аппаратов и оптимальной структуры химико-технологических систем

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3.

*Знать:*

- панели инструментов 2-d-проектирование AutoCad;
- основные инструменты для черчения 2-d-проектирование AutoCad;
- принципы построения сложных фигур 2-d-проектирование AutoCad;
- преобразование геометрические элементов 2-d-проектирование AutoCad;
- оформление чертежа 2-d-проектирование AutoCad;
- чертежные средства 3-d моделирование AutoCad;
- печать документа 3-d моделирование AutoCad;
- подключение сторонних объектов 3-d моделирование AutoCad;
- интерфейс программы AutoCad Plant3D;
- технологические схемы AutoCad Plant3D;
- создание трехмерных моделей AutoCad Plant3D;
- получение рабочей документации AutoCad Plant3D.

*Уметь:*

- выбирать различные чертежные средства 2-d-проектирование AutoCad;
- построение линий и других примитивов 2-d-проектирование AutoCad;
- строить сложные фигуры по декартовым и полярным системам отсчета 2-d-проектирование AutoCad;
- копировать, перемещать и прочее для элементов 2-d-проектирование AutoCad;
- проставлять размеры на чертеже 2-d-проектирование AutoCad;
- преобразовывать поверхности 3-d моделирование AutoCad;
- печатать документ из пространства листа 3-d моделирование AutoCad;
- работать с форматом DWF 3-d моделирование AutoCad;
- настраивать внешний вид программы AutoCad Plant3D;
- аннотировать компоненты и линии схем AutoCad Plant3D;
- размещать оборудование AutoCad Plant3D;
- оформлять чертежи AutoCad Plant3D.

*Владеть:*

- настройкой панели 2-d-проектирование AutoCad;
- построением полилиний 2-d-проектирование AutoCad;
- построением фигур по размерам 2-d-проектирование AutoCad;
- изменением размеров и свойств геометрических объектов 2-d-проектирование AutoCad;
- работой с текстом и таблицами 2-d-проектирование AutoCad;
- палитрой текстур, освещением и построением примитивов 3-d моделирование AutoCad;
- печатью чертежей 3-d моделирование AutoCad;
- вставкой растрового изображения 3-d моделирование AutoCad;
- созданием нового проекта AutoCad Plant3D;
- получением ведомостей и отчетов AutoCad Plant3D;
- созданием металлоконструкций AutoCad Plant3D;
- редактором отчетов AutoCad Plant3D.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. 2d-проектирование в AutoCad*

Главное меню, настройки внешнего вида. Панели инструментов, способы выбора различных чертежных средств, настройка панелей. Пространство модели и листа. Принципы работы с ними. Системы координат. Декартова и полярная системы отслеживания. Работа со слоями. Свойства слоя. Замораживание и блокировка слоя. 2d-моделирование. Чертежные средства. Знакомство с основными инструментами для черчения. Построение линий, полилиний и др. примитивов. Построение сложных фигур при помощи декартовой и полярной систем отслеживания. Задание на построение по размерам. Построение дуг, эллипсов, сплайнов. Задание. Фаски, скругления. Преобразование геометрических элементов. Копирование, перемещение и др. Задание. Удлинение, обрезание элемента, концентрические окружности и др. Штриховка и заливка элемента. Блоки и группы элементов. Создание и вставка блока. Оформление чертежа. Простановка размеров. Работа с текстом. Таблицы Динамические отметки.

#### *Раздел 2. 3d моделирование в AutoCad*

Чертежные средства Построение примитивов. Задание. Преобразование примитивов. Копирование, перемещение и др. Задание. Поверхности. Преобразование поверхностей. Фаски, сопряжения. Задание. 3d визуализация и освещение. Палитры текстур. Задание на перемещение. Печать документа. Печать чертежа из пространства листа. Печать чертежей 3d. Подключение сторонних объектов. Формат DWF. Подключение внешних ссылок. Аннотативность. Вставка растрового изображения.

#### *Раздел 3. AutoCAD Plant3D*

Знакомство с интерфейсом программы Главное меню, настройки внешнего вида. Создание нового проекта. Диспетчер проекта. Настройка проекта. Создание технологических схем P&ID. Создание чертежа схемы. Аннотирование компонентов и линий схем Диспетчер данных. Проверка данных схем. Получение ведомостей и отчетов Преобразование объектов AutoCAD в объекты P&ID Создание пользовательских линий и компонент. Создание трехмерных моделей Создание и размещение оборудования Создание трубопроводной обвязки Создание металлоконструкций Работа с данными проекта в «Диспетчере данных». Получение рабочей документации Планы, виды, разрезы Оформление двумерных чертежей Изометрические чертежи. Редактор отчетов Использование готовых шаблонов. Создание пользовательских шаблонов отчетов.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины       |            |            |
|--------------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|
|                                                        | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>               | <b>144</b> | <b>108</b> |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,89</b>            | <b>68</b>  | <b>51</b>  |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>               | <i>36</i>  | <i>27</i>  |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,89                   | 68         | 51         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>               | <i>36</i>  | <i>27</i>  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,11</b>            | <b>76</b>  | <b>57</b>  |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,11                   | 0,4        | 0,3        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                        | 75,6       | 56,7       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Зачет с оценкой</b> |            |            |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Гетерогенный катализ в технологии основного органического синтеза» (Б1.В.ДВ.06.03)

**1. Цель дисциплины** приобретение студентами углубленных знаний о физико-химических основах гетерогенного катализа и принципах организации промышленных процессов с применением данного типа катализаторов.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3.

*Знать:*

- Классификацию катализаторов;
- физико-химические основы гетерогенного катализа органических реакций;
- методы приготовления и исследования промышленных катализаторов;
- принципы технологического оформления основных гетерогенно-каталитических процессов промышленной органической химии.

*Уметь:*

- Выводить кинетические уравнения на основе механизма каталитических реакций;
- Выбирать оптимальные параметры каталитических систем и условия их эксплуатации для промышленных каталитических процессов промышленной органической химии;
- Выбирать оптимальный тип реакторного узла для промышленных каталитических процессов органической химии.

*Владеть:*

- Методами оценки эффективности каталитических систем
- Методами приготовления и регенерации катализаторов
- Методами утилизации отработанных катализаторов.

#### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение.*

Задачи курса. Значение и масштабы применения катализа в современной промышленной органической химии. История развития знаний о катализе. Определение феномена катализа. Параметры эффективности катализаторов: активность; селективность; стабильность (деактивация) - способы их определения и сравнительная значимость. Классификация катализаторов и каталитических процессов. Сравнительная характеристика гомогенных и гетерогенных катализаторов по различным параметрам.

*Раздел 2. Адсорбция. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций.*

Элементарные стадии в гетерогенном катализе. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций. Физическая и химическая адсорбция. Количественное описание адсорбции. Кинетическое описание гетерогенно-каталитических реакций, протекающих в разных областях (внедиффузионной, внутридиффузионной, кинетической и переходных).

#### *Раздел 3. Катализ металлами*

Энергетическая диаграмма каталитической реакции. Связь каталитической активности с тепловым эффектом адсорбции. Кристаллическое строение металлов. Структура поверхности металлов. Дисперсность металлов. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные реакции. Связь электронного строения металлов с каталитической активностью. Сплавы металлов. Хемосорбция на поверхности металлов.

#### *Раздел 4. Катализ оксидами переходных металлов*

Электронное строение полупроводниковых оксидов. Хемосорбция на оксидах. Активация кислорода, водорода, монооксида углерода и углеводородов на оксидных катализаторах. Влияние примесей в оксидах на адсорбцию и каталитические свойства. Механизм глубокого и парциального окисления на оксидных катализаторах.

#### *Раздел 5. Кислотно-основные и нанесенные катализаторы.*

Строение и кислотность наиболее важных кислотных катализаторов и носителей (Оксид алюминия, Оксид кремния, Алюмосиликаты, Цеолиты). Механизмы реакций на поверхности гетерогенных кислотных катализаторов. Строение и свойства наиболее важных основных катализаторов (оксиды щелочноземельных металлов, нанесенные щелочные металлы, гидротальцитоподобные материалы). Механизмы реакций на поверхности гетерогенных основных катализаторов.

Строение цеолитов. Классификация цеолитов. Кислотность цеолитов и способы ее регулирования. Шейп-селективность (ситовый эффект) цеолитных катализаторов. Цеолиты с нанесенными металлами.

Взаимодействие активного компонента с носителем. Дисперсность нанесенных металлов. Процессы миграции металлов по поверхности. Электронное взаимодействие металл-носитель. Сильное взаимодействие металл-носитель. Бифункциональные катализаторы.

Механизмы деактивации катализаторов. Обратимая и необратимая деактивация. Отравление катализаторов. Способы регенерации катализаторов. Классификация промоторов и их действие.

#### *Раздел 6. Важнейшие гетерогенно-каталитические процессы в нефтегазо-химии и в промышленной органической химии.*

Типы реакторов. Технология наиболее важных гетерогенно-каталитических процессов (Катализаторы, активация катализатора, аппаратное оформление процесса, деактивация и регенерация катализатора).

Механизмы деактивации катализаторов. Обратимая и необратимая деактивация. Отравление катализаторов. Способы регенерации катализаторов.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>1,89</b>      | <b>68</b>  | <b>51</b>    |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,17</i>      | <i>42</i>  | <i>31,5</i>  |
| Лекции                                                 | 0,47             | 17         | 12,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,028</i>     | <i>1</i>   | <i>0,75</i>  |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,42             | 51         | 38,25        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,14</i>      | <i>41</i>  | <i>30,75</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,11</b>      | <b>76</b>  | <b>57</b>    |

|                                              |                        |      |      |
|----------------------------------------------|------------------------|------|------|
| Контактная самостоятельная работа            | 2,11                   | 0,4  | 0,3  |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |                        | 75,6 | 56,7 |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет с оценкой</b> |      |      |

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Супрамолекулярная химия наноразмерных объектов» (Б1.В.ДВ.07.01)**

**1. Цель дисциплины** – развить у студентов навыки анализа молекулярно-организованных систем, умения построения ансамблей органических молекул, органо-неорганических комплексов и координационных полимерных структур, исследования процессов высокоспецифичного распознавания, реагирования, катализа; обеспечить информацией по основным областям применения молекулярно-организованных систем; научить планировать, организовывать и осуществлять подбор компонентов для получения супрамолекулярных систем с определенным набором функций.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- основные типы органических молекул – базовых элементов построения молекулярно-организованных систем;
- основные принципы построения органических, металлоорганических и биоорганических супрамолекулярных систем;
- методы анализа структуры и свойств супрамолекулярных систем;
- основные типы современных систем, используемых в биохимии;
- основы супрамолекулярного катализа;
- основные типы материалов на основе молекулярно-организованных систем;
- основные типы систем, используемых в органической фотонике и электронике;
- другие области применения молекулярно-организованных систем.

*Уметь:*

- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов молекулярно-организованных систем;
- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых супрамолекулярных систем с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств молекулярно-организованных систем;
- применять теоретические знания по современным и перспективным видам супрамолекулярным системам для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

*Владеть:*

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения на основе молекулярно-организованных систем;
- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии супрамолекулярных систем, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, разработки подходов к решению исследовательских и практических задач в области молекулярно-организованных систем;



– способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химии организованных систем с учетом правил соблюдения авторских прав.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Введение. Основные понятия.*

1.1 Введение. Краткая история супрамолекулярной химии. Значимость научно-исследовательских работ в области супрамолекулярной химии для практического применения.

Природа нековалентных взаимодействий (координационные связи, диполь-дипольные взаимодействия, силы Ван-дер-Ваальса, стэкинг-взаимодействие, водородные связи). Получение 1D, 2D, 3D- структур. Молекулярная библиотека Р. Стенга и Б. Оленюка. Искусственные мембраны, мембранный транспорт. Моно- и полислои Лэнгмюра-Блоджетт. Везикулы, мицеллы: специфические типы материалов. Супрамолекулярная организация в нуклеиновых кислотах, белках.

Физико-химические методы исследования супрамолекулярных систем (оптическая спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия, полярография, потенциометрия, кондуктометрия, квантовохимические методы расчета.

1.2 Молекулярное распознавание. Комплементарность. Геометрическое, природное, энергетическое соответствие. Эндорецепторы, экзорецепторы. Гибкие, жесткие рецепторы. Моноотопные и политопные рецепторы. Природные рецепторы (валиномицин, боверицин, макротетралиды, линейные полиэфирные антибиотики). Рецепторы для анионных субстратов. Связывание нейтральных молекул. Комплексы с аммонийными катионами. Дифильный рецептор. Хиральное распознавание. Геликаты. Молекулярные узлы.

Самосборка и самоорганизация органических молекул. Самосборка в присутствии ионов металлов, образование структурных элементов этажерок, лесенок, решеток. Самосборка за счет водородных связей. Многокомпонентная самосборка. Самосборка упорядоченных фаз и кристаллических структур, направляемая образованием водородных связей.

#### *Раздел 2. Основные типы лигандов и субстратов*

2.1 Краун-эфир – первые искусственные молекулы-рецепторы. Номенклатура, методы синтеза краун-эфиров, криптандов, подандов. Особенности комплексообразования краун-эфиров, криптандов, подандов. Селективность комплексообразования, константы устойчивости, энергия образования комплексов. Влияние противоиона соли и растворителя на процесс комплексообразования. Реорганизация краун-соединений в процессе комплексообразования. Комплексообразование с анионами и нейтральными молекулами. Применение краун-соединений в химическом синтезе, аналитической и физической химии.

Катенаны и ротаксаны (строение, методы синтеза). Молекулярные узлы, дендримеры.

Порфирины. Физико-химические характеристики порфирина. Комплексы металлопорфиринов с молекулами пиридина, азагетероциклов, алифатических аминов. Моно- и политопные рецепторы, порфириновые димеры. Комплексообразование порфиринов с фуллеренами. Образование комплексов порфиринов с органическими молекулами за счет образования водородных связей. Супрамолекулярные полимеры на основе порфиринов. Применение порфиринов в медицине.

2.2 Каликсарены. Номенклатура. Одностадийный и многостадийный синтезы каликсаренов. Модификация каликсаренов. Структура каликсаренов. Физико-химические методы исследования каликсаренов. Комплексообразование с катионами металлов, аммония, органическими молекулами, смешанные комплексы. Функциональные системы на основе каликсаренов. Экстракция катионов металлов с использованием каликсаренов.

Циклодекстрины. Строение и номенклатура циклодекстринов. Выделение циклодекстринов из крахмала. Химическая модификация циклодекстринов. Комплексообразование циклодекстринов с органическими молекулами.

Комплексообразование циклодекстринов с неорганическими солями. Смешанные комплексы циклодекстринов. Реакции, протекающие в полости циклодекстринов. Процессы гидролиза, протекающие в полости циклодекстринов. Применение циклодекстринов для модификации свойств органических соединений и в жидкостной хроматографии.

Кукурбитурилы. Методы получения. Комплексообразование с катионами металла и органическими заряженными молекулами.

### *Раздел 3. Биомиметические системы*

3.1 Определение абиотических молекул и реакций, биомиметического подхода. Природные и искусственные ионофоры. Комплексоны для производных аммония, дикарбоновых кислот, аминокислот. Комплексоны для ДНК. Искусственные каталитические системы. Моделирование биологических реакций. Гидролиз амидов, сложных эфиров, эфиров фосфорных кислот. Циклические углеводородные системы, моделирующие протеазы, дегидрогеназы. Супрамолекулярные металлокатализаторы.

### *Раздел 4. Супрамолекулярная фотоника*

4.1 Супрамолекулярные системы, фотохимические превращения которых основаны на протекании электроциклических реакций. Краунсодержащие спиросоединения. Фотоуправляемое комплексообразование спиронафтоксазинов. Спиропираны в качестве искусственных биологических рецепторов. Спиропираны в составе белков. Спиропираны в составе полимеров. Краунсодержащие нафтопираны и фотоуправляемые сенсоры на их основе. Краунсодержащие дигетарилэтены. Краунсодержащие трифенилметановые красители.

4.2 Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах. Нелинейные оптические свойства супрамолекулярных ансамблей.

Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства. Основные типы компонент для осуществления переноса электрона. Основные типы устройств по переносу электрона. Молекулярные провода. Электропереключающие устройства.

Фотоиндуцированный перенос энергии в организованных системах. Механизмы переноса энергии, доноры, акцепторы энергии фотона. Основные компоненты и типы устройств по переносу энергии. Методы исследования и регистрации процессов переноса энергии.

### *Раздел 5. Органические проводники*

5.1 Молекулярные машины. Устройство молекулярных машин. Молекулярные шестеренки, молекулярные мускулы. Машины, работающие при изменении кислотности среды и при протекании окислительно-восстановительных процессов. Молекулярный насос, молекулярный мотор. Молекулярные машины, работающие при изменении кислотности среды, переносе электрона, при фотооблучении. Молекулярный автомобиль.

5.2 Супрамолекулярная химия металлоорганических гибридных материалов. Методы получения металлических наночастиц. Методы получения гибридных металлоорганических наночастиц и наноматериалов. Методы изучения гибридных наноматериалов. Примеры гибридных наночастиц и их свойства. Перспективы гибридных наноматериалов.

## **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>         | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,42</b>      | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Лекции                                                 | 0,28             | 10         | 7,5          |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,14             | 41         | 30,75        |

|                                                    |                        |           |              |
|----------------------------------------------------|------------------------|-----------|--------------|
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>1</i>               | <i>36</i> | <i>27</i>    |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>2,58</b>            | <b>93</b> | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                  | 2,58                   | 0,4       | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                        | 92,6      | 69,45        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Зачет с оценкой</b> |           |              |

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Прогрессивные подходы комплексной переработки соединений C1+»**  
**(Б1.В.ДВ.07.02)**

**1. Цель дисциплины** – ознакомление с современными технологиями соединений C1+ с получением новых видов углеводородного сырья; расширение сведений о сырьевой базе для производства углеродных материалов, технологии получения сырьевых углеродистых материалов, овладение методами анализа твердого углерода.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- новые источники углеводородного сырья для получения химической продукции и методы их переработки;

- применение новых видов сырья на основе метана и водорода для получения углеродных материалов, в том числе, наноматериалов;

- сырьевую базу для производства электродных, электроугольных и конструкционных изделий;

- технологии процессов коксования нефтяных остатков, получения и переработки смол и пеков;

- применение нефтяного сырья для получения углеродных материалов;

- показатели технического анализа твердых углеродсодержащих материалов.

*Уметь:*

- выбирать направления переработки метана, оксида углерода и водорода, исходя из конкретной обстановки и экономической ситуации;

- подбирать сырьевые материалы для производства электродных, электроугольных и конструкционных изделий;

- определять групповой состав пеков;

- определять поверхностные и адсорбционные свойства углеродных материалов;

- выбирать технологические схемы для процессов подготовки и получения углеродсодержащих сырьевых материалов.

*Владеть:*

- принципами выбора условий переработки метана для заданных составов газообразных, жидких и твердых продуктов его переработки;

- методами определения технических показателей твердых углеродсодержащих материалов;

- принципами выбора сырья для получения углеродных материалов;

- структурой углеродных материалов;

- принципами подбора технологических схем для процессов подготовки и получения углеродсодержащих сырьевых материалов.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Введение.*

Предмет, цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки. Учебная литература по курсу.

### *Раздел 1. Процессы переработки метана и получения водорода.*

Термическая деструкция метана.

Углекислотная конверсия метана.

Паровая конверсия метана.

Парокислородная конверсия метана.

Синтез Фишера – Тропша.

Синтез метанола.

### *Раздел 2. Сырьевая база углеродных и углеграфитовых материалов, их физико-химические свойства*

Технический углерод.

Антрацит.

Коксы. Малозольные, каменноугольные, сланцевые коксы.

Графит. Терморасширенный графит.

Рекристаллизованные и силицированные графиты.

Углеродные волокнистые материалы.

### *Раздел 3. Технология получения и подготовки сырьевых материалов.*

Технологические схемы получения сажи.

Технология прокаливания нефтяных коксов и антрацитов. Физико-химические процессы протекающие при прокаливании.

Процессы измельчения и классификации коксов и антрацита.

Принципиальные схемы получения углеродных волокон. Композиционные материалы на основе волокнистых наполнителей. Технологические схемы их получения

### *Раздел 4. Основные связующие материалы, используемые при производстве углеграфитовых материалов.*

Свойства и способы получения. Пеки каменноугольные, нефтяные, сланцевые; синтетические смолы.

Технология подготовки каменноугольного и нефтяного пеков.

Полимерные связующие. Назначение и применение в композиционных материалах.

### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины       |            |             |
|--------------------------------------------------------|------------------------|------------|-------------|
|                                                        | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>               | <b>144</b> | <b>108</b>  |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,89</b>            | <b>68</b>  | <b>51</b>   |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,5</i>             | <i>18</i>  | <i>13,5</i> |
| Лекции                                                 | 0,25                   | 9          | 6,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,64                   | 59         | 44,25       |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,5</i>             | <i>18</i>  | <i>13,5</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,11</b>            | <b>76</b>  | <b>57</b>   |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,11                   | 0,4        | 0,3         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                        | 75,6       | 56,7        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Зачет с оценкой</b> |            |             |

### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

#### **«Синтез и анализ технологических схем**

#### **основного органического и нефтехимического синтеза» (Б1.В.ДВ.07.03)**

**1. Цель дисциплины** развитие практических навыков самостоятельного поиска, сбора, систематизации и анализа информации, необходимой для технико-экономической оценки альтернативных вариантов способов и технологий синтеза органических продуктов, выбора оптимального варианта и его аппаратного оформления.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе**

**магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:  
ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

– основные принципы анализа альтернативных технологий продуктов органического синтеза.

*Уметь:*

– использовать информацию, представленную в научно-технической и патентной литературе;

– формулировать рекомендации и предложения по разработке и совершенствованию технологических схем.

*Владеть:*

– навыками оценки технико-экономической эффективности альтернативных процессов и технологических схем производств продуктов органического синтеза.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Характеристика и назначение информации, необходимой для технико-экономической оценки различных вариантов технологий производства нефтехимической продукции. Стратегия и приемы поиска научно-технической и патентной информации, её систематизация и анализ.*

Сведения о промышленных производителях продукции, её стоимости и технико-экономических показателях используемой технологии. Данные о потребителях производимой продукции (месторасположение потребителя, объем и область применения продукции). Информация об альтернативных химических способах синтеза продукта, в том числе информация о способах синтеза его аналогов или изомеров (условия синтеза, конверсия, селективность, выход). Данные об аппаратурном оформлении узлов синтеза. Информация о способах подготовки исходных веществ и способах разделения продуктов реакции, их аппаратурном оформлении. Информация по физико-химическим свойствам веществ. Сведения о токсичных, пожаро-взрывоопасных и коррозионных свойствах исходных веществ и продуктов. Данные по кинетике и термодинамике. Сведения о способах и технологии переработки отходов производства. Информация о производителях исходных веществ, катализаторов (месторасположение потребителя, объем и стоимость). Характеристика используемых энергетических средств и их стоимость на данный момент времени в месте создания производства.

Основные приемы работы с технической (химической) литературой. Основные литературные источники информации по специальности технология органических веществ. Способы рационального поиска научно-технической информации с использованием обзорной, реферативной и патентной литературы. Стратегия и последовательность поиска данных в зависимости от типа и объема необходимой информации с использованием технической литературы.

Автоматизированный поиск научно-технической информации с использованием Internet. Характеристика основных «Поисковых машин» (ПМ) и «Баз данных» (БД) по специальности технология органических веществ. Серверы основных научно-технических библиотек России. Патентные серверы Российской Государственной Патентной Библиотеки и Европейского Патентного Ведомства. Стратегия поиска в зависимости от типа необходимой информации и используемой ПМ или БД.

Систематизация собранной научно-технической информации по способам синтеза, типу используемого сырья, условиям процесса синтеза (катализаторы, температура, давление, концентрации реагентов и т.п.), аппаратурному оформлению узлов подготовки исходных веществ, реакторных узлов и узлов разделения. Анализ собранной научно-технической информации и способы оценки (проверки) её достоверности.

*Раздел 2. Методы технико-экономической оценки эффективности различных вариантов технологий производства нефтехимической продукции с использованием*

найденной патентной и научно-технической информации.

Технические, экономические и экологические критерии оценки эффективности химических производств. Методы расчета и способы оценки технико-экономической эффективности способов производства в зависимости от характера и объема найденной научно-технической информации. Критерии выбора оптимального варианта (вариантов) синтеза.

*Раздел 3. Построение технологической схемы производства и правила оформления технической документации в виде «Технико-экономического доклада».*

Состав технологической схемы и её описание. Характеристика основного и вспомогательного технологического оборудования. Характеристика основных средств автоматизации. Состав «Технико-экономического доклада», его основные разделы.

#### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины              |            |              |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ                            | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>4</b>                      | <b>144</b> | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>1,42</b>                   | <b>51</b>  | <b>38,25</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,36</i>                   | <i>49</i>  | <i>36,75</i> |
| Лекции                                                 | 0,25                          | 9          | 6,75         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,19</i>                   | <i>7</i>   | <i>5,25</i>  |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,17                          | 42         | 31,5         |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,17</i>                   | <i>42</i>  | <i>31,5</i>  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,58</b>                   | <b>93</b>  | <b>69,75</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,58                          | 0,2        | 0,15         |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                               | 18,56      | 13,92        |
| Выполнение курсовой работы                             |                               | 74,24      | 55,68        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Защита курсовой работы</b> |            |              |

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия гетероциклических соединений» (Б1.В.ДВ.08.01)

**1. Цель дисциплины** – углубление знаний, умений, владений и формирование компетенций в области методов синтеза ароматических гетероциклических соединений, взаимосвязей «структура – метод синтеза – свойства» ароматических гетероциклических соединений.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- современное состояние химии гетероциклических соединений;
- современные методы синтеза и области применения гетероциклических соединений;
- современные концепции, связывающие структуру и свойства гетероциклических систем.

*Уметь:*

- проводить анализ научной литературы в области современной органической химии;
- предполагать возможные пути синтеза гетероциклических соединений и их свойства.

*Владеть:*

– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и практическим аспектам органической химии;

– теоретическими основами современных физико-химических методов анализа строения и свойств органических веществ.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### *Раздел 1. Номенклатура и принципы классификации гетероциклических соединений*

1.1. Номенклатура гетероциклических соединений. Систематическая номенклатура Ганча-Видмана для моноциклических и конденсированных систем.

Соединения, для которых используются тривиальные названия. Префиксы и корни как основа для названия моноциклического соединения. Нумерация атомов. Обозначение насыщенного атома.

Систематическая номенклатура Ганча-Видмана для конденсированных циклических систем. Название компонентов. Последовательность выбора основного компонента. Обозначение места сочленения циклов. Нумерация атомов в конденсированной системе.

Заместительная номенклатура. Карбоциклический аналог гетероцикла как основа заместительной номенклатуры.

#### *Раздел 2. Общие принципы синтеза и модификации гетероциклических соединений*

##### 2.1. Синтез гетероциклических систем.

Специфика реакций электрофильного ароматического замещения в химии гетероциклических соединений. Реакции сульфирования, нитрования, нитрозирования, ионного галогенирования, алкилирования и ацилирования по Фриделю-Крафтсу, азосочетание, формилирование по Вильсмайеру и Гаттерману, оксиметилирование, аминометилирование, хлорметилирование.

Специфика реакций нуклеофильного ароматического замещения в химии гетероциклических соединений. Классический механизм нуклеофильного ароматического замещения. Аринный механизм. Нуклеофильное замещение водорода при атоме углерода (окисление анионного  $\sigma$ -комплекса, реакция викариозного нуклеофильного замещения, реакция Чичибабина). Активация галогенаренов путём  $\pi$ -координации и одноэлектронного переноса.

Реакции рециклизации и трансформации в синтезе гетероциклов. ANRORC-механизм и другие пути протекания реакций рециклизации и трансформации.

##### 2.2. Металлоорганические производные в синтезе гетероароматических соединений.

Металлоорганические производные гетероароматических соединений: их синтез и использование. Литийорганические производные: прямое литирование и обмен атома галогена. Литирующие агенты, механизм реакции, ориентация при литировании. Синтетические возможности литийорганических производных и других металлоорганических соединений.

Реакции кросс-сочетания.

#### *Раздел 3. Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетеро-атомом*

##### 3.1. Пиррол. Реакции и методы синтеза.

Пиррол. Распространённость в природе. Основные методы получения производных пиррола (метод Кнорра, метод Пааля-Кнорра, метод Ганча, синтез исходя из  $\alpha$ -аминокислот и 1,3-дикарбонильных соединений). Кислотно-основные свойства пиррола. Металлические производные пиррола и их двойственная реакционная способность. Ацидофобность пиррольного кольца. Направление реакций электрофильного замещения. Реакции сульфирования, нитрования, галогенирования, ацилирования и формилирования. Конденсация пиррола с альдегидами и кетонами. Нуклеофильное замещение. Реакции пиррола как непредельной системы. Восстановление и окисление пиррольной системы. Порфин как основа структуры гема и хлорофилла. Некоторые методы синтеза порфиринов.

##### 3.2. Фуран. Реакции и методы синтеза.

Распространённость в природе. Основные методы получения производных фурана

(из природных углеводов, метод Пааля-Кнорра, метод Фейста-Бенари). Свойства и реакции фурана как ароматической и как непредельной системы. Электрофильное замещение. Особенности галогенирования в присутствии нуклеофилов (спиртов). Нуклеофильное замещение. Реакции фурана как непредельной системы. Синтез эфиров 3,4-фурандикарбоновых кислот по реакции Дильса-Альдера. Реакции раскрытия цикла. Синтез цис-жасмона. Взаимные превращения пятичленных гетероциклов (реакция Юрьева). Лекарственные препараты ряда фурана (фурацилин, фуразолидон, ранитидин). Аскорбиновая кислота.

### 3.3. Тиофен. Реакции и методы синтеза.

Распространённость в природе. Биологически активные производные тиофена: биотин, артикаин (местный анестетик). Электронное строение; сравнение ароматичности пятичленных  $\pi$ -избыточных гетероциклов. Методы получения производных тиофена (метод Пааля-Кнорра, метод Хинсберга, метод Гевальда, группа промышленных синтезов из алканов, алкенов или спиртов). Реакции с электрофильными реагентами. Нуклеофильные реакции. Реакции тиофена как непредельной системы. Реакции восстановительного десульфирования и их синтетические возможности. Окисление производных тиофена.

3.4. Бензаннылированные производные пятичленных  $\pi$ -избыточных гетероциклов. Общая характеристика бензо[b]- и бензо[c]-конденсированных системы.

Индол. Распространённость в живой природе: триптофан, серотонин, мелатонин, 3-индолилуксусная кислота. Биологически активные производные индола: псилобицин, индометацин, диэтиламид лизергиновой кислоты. Способы получения производных индола (метод Фишера, метод Бишлера, метод Неницеску). Строение и кислотно-основные свойства индола. Реакции электрофильного замещения. Реакции с нуклеофильными реагентами. Реакции окисления и восстановления.

Бензо[c]-конденсированные гетероциклы. Краткая характеристика методов получения и химических свойств.

## *Раздел 4. Пятичленные гетероциклические соединения с двумя и более гетероатомами*

### 4.1 Имидазол и бензимидазол. Реакции и методы синтеза.

Распространённость в природе. Гистидин и гистамин. Лекарственные и биологически активные препараты на основе имидазола и бензимидазола. Методы получения производных имидазола (синтез Бредекера, синтез Марквальда, конденсация  $\alpha$ -аминокетонов с цианамидом и иминоэфиров с ацетальными аминами). Методы получения производных бензимидазола: конденсация о-фенилендиаминов с производными карбоновых кислот (в том числе эфирами, орто-эфирами, нитрилами) или окислительная конденсация с альдегидами. Кислотно-основные свойства и таутомерия. N-Алкилирование и N-ацилирование. Карбонилдиимидазол и его использование. Электрофильное замещение по атомам углерода. Нуклеофильное C-замещение. Реакция Чичибабина.

### 4.2 Оксазол и тиазол. Реакции и методы синтеза.

Основные методы получения (метод Робинсона-Габриэля, метод Ганча, синтезы на основе изонитрилов). Кислотно-основные свойства. Химические свойства (реакции электрофильного и нуклеофильного замещения, реакции циклоприсоединения). Синтез витамина B6. Нитазол, норсульфазол, сахарин. Реакции трансформации оксазолов. Бензоксазол и бензтиазол. Основные методы получения и свойства.

### 4.3 Пиразол. Реакции и методы синтеза.

Строение, таутомерия и ароматический характер пиразола. Методы синтеза и химические свойства. Пиразолон. Амидопирин, антипирин, анальгин. Триазол, окса- и тиадиазолы. Общая характеристика. Методы получения и химические свойства.

## *Раздел 5. Шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом*

### 5.1 Пиридин. Реакции и методы синтеза.

Распространённость в природе. Каменноугольные смолы как источник пиридина и



некоторых его алкилпроизводных. Основные методы получения производных пиридина (метод Ганча; конденсация 1,3-дикарбонильных соединений с енаминами; конденсация 1,3-дикарбонильных соединений с амидом циануксусной кислоты; синтез из 1,5-дикарбонильных соединений; синтез из оксазолов или тиазолов по реакции Дильса–Альдера). Электронное строение пиридина. Эндоциклический атом азота как нуклеофильный центр. Электрофильное замещение по атомам углерода в пиридине (нитрование, сульфирование, галогенирование). Литирование производных пиридина и синтезы на основе Li-производных. Нуклеофильное замещение (S<sub>N</sub>Ar-механизм, механизм отщепления–присоединения, реакции раскрытия цикла). Реакция Чичибабина. Получение и химические свойства N-оксидов пиридина. N-имиды и N-илидыпиридиния. Реакции циклоприсоединения. Восстановление производных пиридина. Лекарственные препараты на основе пиридина.

#### 5.2 Хиолин и изохиолин. Реакции и методы синтеза.

Электронное строение и основность (сравнение с пиридином). Методы синтеза производных хиолина (синтезы Скраупа, Дебнера-Миллера, Комба) и изохиолина (синтезы Померанца-Фрича, Бишлера-Напиральского). Химические свойства. Взаимодействие с электрофилами (сравнение с пиридином). Взаимодействие с нуклеофилами (S<sub>N</sub>Ar-механизм, присоединение по связи C=N, реакция викариозного нуклеофильного замещения, нуклеофильное нитрование, гидроксילирование. Распространённость в природе и применение производных хиолина и изохиолина (хинин; лекарственные препараты хлорохин и папаверин; цианиновые красители).

#### 5.3 Шестичленные гетероциклические соединения с двумя и более гетероатомами.

Диазины (пиразин, пиримидин, пиридазин). Электронное строение и ароматичность. Методы получения и химические свойства пиримидинов. Химические свойства пиразина и пиридазина. Триазины и тетразины. Химические свойства (обзорно).

### Раздел 6. Малые (трёх-, четырёхчленные) и большие (семичленные) гетероциклы

#### 6.1 Трёх- и четырёхчленные гетероциклы.

Оксид этилена, этиленимин, тиран. Способы синтеза, химические свойства. Реакции раскрытия трехчленного цикла. Производные этиленимина, применяющиеся в медицине (дипин, тиофосфамид). Трехчленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Четырёхчленные гетероциклы с одним гетероатомом. β-Лактамные антибиотики. Семичленные циклы. Азепины, оксепины, тиепины. Полиеновый характер π-электронной системы и его проявление в химическом поведении этих соединений.

### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>6</b>         | <b>216</b> | <b>162</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>1,89</b>      | <b>68</b>  | <b>51</b>    |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,25</i>      | <i>45</i>  | <i>33,75</i> |
| Лекции                                                 | 0,47             | 17         | 12,75        |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 1,42             | 51         | 38,25        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1,25</i>      | <i>45</i>  | <i>33,75</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>3,11</b>      | <b>112</b> | <b>84</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                      | 3,11             | —          | —            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 112        | 84           |
| <b>Вид контроля:</b>                                   |                  |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                         | <b>1</b>         | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1                | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                                  |                  | 35,6       | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Экзамен</b>   |            |              |

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Научные основы построения экотехнологий» (Б1.В.ДВ.08.02)**

**1. Цель дисциплины** – дисциплины является развитие у магистрантов научного подхода к построению экологически целесообразных технологий (экотехнологий), основанного на принципах совместимости Техносферы и Биосферы и обеспечении экологической целесообразности технологических решений.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- что такое экотехнологии;
- принципы построения экотехнологий;
- научные основы построения банка экологически целесообразных веществ;
- методы математического моделирования и расчета процессов и методы оптимальной организации химико-технологических систем.

*Уметь:*

- выбрать приоритеты в задаче технологического проектирования;
- сформулировать принцип совместимости Техносферы и Биосферы «по веществу»;
- сформулировать принцип совместимости Техносферы и Биосферы «по энергии»;
- выбрать и обосновать критерии для построения экотехнологий;
- выбрать стратегию построения экотехнологий;
- сформулировать задачу построения экотехнологий на примере технологий переработки природных энергоносителей;
- сформулировать задачу выбора оптимального технологического решения.

*Владеть:*

- стратегией построения экотехнологий;
- количественными механизмами построения экотехнологий;
- методами математического моделирования и оптимизации систем;
- методиками расчета критериев анализа и оптимальной организации систем;
- методиками оценки достоверности результатов расчета.

**3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Введение и выбор научной парадигмы*

1.1 Определение экологически целесообразных технологий; иерархия критериев в механизме принятия технологических решений; законы максимизации энергии Г. и Э.Одумов и системной организации К.Ф.Рулъе;

1.2 Анализ концепций технологической политики: технократический рационализм, экономическая и биосферная концепции.

*Раздел 2. Принцип совместимости Техносферы и Биосферы по веществу*

2.1 Логика развития Техносферы и Биосферы;

2.2 Принцип формирования банка экологически целесообразных веществ

2.3 Формулировка правил формирования стратегического коридора реализуемости экотехнологий;

2.4 Примеры использования принципа совместимости по веществу.

*Раздел 3. Принцип совместимости Техносферы и Биосферы по энергии*

3.1 Понятие организованности ХТС и определение информации;

3.2 Энтропия информации как мера порядка и характеристика дифференциации функций ХТС;

3.3 Постулаты и основные положения информационного подхода и формализация информационной задачи;

- 3.4 Этапы информационного процесса и виды информационных систем;  
 3.5 Информационные модели и нулевое начало термодинамики;  
 3.6 Информационные характеристики типовых ХТП;  
 3.7 Организованность ХТС и стратегии синтеза экотехнологий.  
**4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины                         |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ                                       | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>6</b>                                 | <b>216</b> | <b>162</b>   |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>         | <b>2,36</b>                              | <b>85</b>  | <b>63,75</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>                                 | <i>36</i>  | <i>27</i>    |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 2,36                                     | 85         | 63,75        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>1</i>                                 | <i>36</i>  | <i>27</i>    |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,64</b>                              | <b>95</b>  | <b>71,25</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,64                                     | 0,4        | 0,3          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                                          | 76,6       | 57,45        |
| Выполнение курсового проекта                           |                                          | 18         | 13,5         |
| <b>Вид контроля:</b>                                   |                                          |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                         | <b>1</b>                                 | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа – промежуточная аттестация           | 1                                        | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                                  |                                          | 35,6       | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Защита курсового проекта, Экзамен</b> |            |              |

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
 «Прикладная квантовая химия» (Б1.В.ДВ.08.03)**

**1. Цель дисциплины** приобретение умения использовать свои фундаментальные знания по химии и физике для решения практических задач создания материалов с заданными свойствами на основе глубокого понимания процессов, лежащих в основе современной теории строения материи.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

– основные постулаты квантовой химии; физический смысл уравнения Шредингера, волновой функции, квантовых чисел; принципы современных методов квантово-механических расчетов;

– принцип образования химической связи, близких и дальних взаимодействий, принцип образования молекулярных комплексов и агрегатов (наноразмерных молекулярных образований);

– принцип образования и сохранения геометрии молекулярной (молекулярных) систем;

– основные принципы взаимодействия в молекулярных системах и самих систем между собой (теории лазеров, мазеров; теория строения кластеров и молекулярных нанообъединений; теория сверхпроводимости);

– основные принципы теории проводимости и сверхпроводимости.

*Уметь:*

– представлять протекание химической реакции с точки зрения законов квантовой

химии;

- предугадывать новые направления в химии и химической технологии;
- находить взаимосвязь физических явлений с протекающими при этом химическими процессами;
- применять теоретические знания по химии и технологии для решения исследовательских и прикладных задач.

*Владеть:*

- глубокими знаниями о строении материи при постоянном мониторинге всех новостей о современном состоянии химии и физики;
- современными методами квантово-механических расчетов;
- навыками поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выбору методик и средств решения исследовательских и практических задач;
- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- методологическими подходами и навыками синтеза и выявления взаимосвязей «состав структура свойства» новых материалов.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Элементы квантовой химии и теории химической связи.*

#### **1.1. Постулаты классической модели атома**

Задачи квантовой химии и их решения (описание молекул, комплексов, внутри- и межмолекулярных взаимодействий, расчет всевозможных спектров и других индивидуальных параметров молекул, расчет возможных путей реакции). Строение атома, модель Бора (баланс электростатических сил). Классическое описание взаимодействия ядра и электронов в атоме, достоинства и недостатки данной модели. Постулаты классической модели атома (понятие стационарных орбит, главного квантового числа).

#### **1.2. Типы химической связи, слабые взаимодействия**

Открытие двойственной природы электрона и попытка применения теории волновых процессов для описания строения атома. Неопределенность Гейзенберга. Необходимость введения волновой функции и физический смысл последней. Уравнение Шредингера и его решения. Квантовые числа и описание атомных орбиталей. Введение спинового квантового числа. Принцип поиска решений уравнения Шредингера. Приближённые решения уравнения. Теория молекулярных орбит. Приближение МО ЛКАО. Метод Хюккеля для ненасыщенных соединений. Приближение Борна-Оппенгеймера. Метод Хартри-Фока описание на языке волновых функций. Пренебрежение корреляциями электронов приближение среднего поля. Расчет *ab initio* (из первых принципов). Теория функционала плотности (**DFT** Density Functional Theory) описание на языке электронной плотности с учетом обмена и корреляции электронов. Концепция граничных орбиталей и сохранение орбитальной симметрии. Теория Вудварда-Гофмана

#### **1.3. Принцип стабильности молекул и молекулярных образований.**

Принцип стабильности молекул и молекулярных образований. Перекрывание атомных орбиталей. Двухатомные молекулы. Уровни энергии орбиталей. Молекулярные термы. Химическая связь и участие в ней нескольких орбиталей. Физический смысл «гибридных» атомных орбиталей.

Химическая связь. Типы химической связи, полярность, донорно-акцепторный концепт (ковалентная, полярная, донорно-акцепторная и ионная связи) как приближенное представление о занятости атомных и молекулярных орбиталей.

Водородная связь. Коллективные орбитали. Слабые взаимодействия. Молекулярное и атомарное взаимодействие через пространство (TSC through-space coupling). Конформация  $\alpha,\beta$ -дигаллоидных соединений. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. Краун-эфиры. Координационный катализ. Металокомплексный катализ. Реакционная способность

кластерных соединений: реакции и механизм замещения лигандов, окислительно-восстановительные реакции без перестройки кластерного остова, перенос электронов, сопровождающийся изменением кластерного остова.

## *Раздел 2. Строение молекул, комплексов и молекулярных образований.*

2.1. Изображение взаимодействий и образование орбиталей в 2-х и 3-х атомных молекулах в 3D

Построение изображений взаимодействия атомных орбиталей и образование молекулярных орбиталей 2-х и 3-х атомных молекул. Активация и дезактивация молекул при координации. Активация малых неорганических молекул ( $H_2$ , CO,  $N_2$ , NO,  $O_2$ ) при координации. Самоорганизация молекул и коллективные взаимодействия. Темплатный эффект. Темплатный синтез. Строение некоторых трехатомных молекул. «Гипервалентные» молекулы (типа  $XeF_2$ ). Пероксокомплексы. Металлоорганические соединения щелочных и щелочноземельных металлов (строение и химические свойства). Полисопряженные системы. Ароматичность. Графит и соединения включения. Фуллерены (фуллурены). Углеродные нанотрубы. Кластерные соединения. Связь металл-металл

2.2. Элементы координационной химии

Комплексные соединения. Координационное число. Описание связи в комплексных соединениях. Теории строения комплексов теория поля лигандов и теория МО. Спектрохимический ряд, высоко- и низкоспиновые комплексы. Окраска комплексов. Природа транс- и цис- эффектов в комплексах и молекулах. Типы лигандов. Классификация лигандов по типу связи и переносу электронной плотности по линии металл лиганд. Стереохимия координационных соединений. Координационная ненасыщенность. Стерехимическая нежесткость. Особенности координационной химии p- и f- элементов. Межлигандные взаимодействия. Образование и стабильность КС в растворах, концепция ЖМКО. Эффекты: хелатный, макроциклический, криптатный. Механизмы реакций замещения для комплексов с к.ч. 4-6. Интермедиаты и переходные состояния. Диссоциативный, ассоциативный, обменный механизмы. Инертность и лабильность. Факторы, определяющие скорость и механизм реакций замещения. Роль растворителя. Катализ реакций замещения. Транс-влияние, термодинамический и кинетический аспекты реакционной способности координационных соединений. Реакции изомеризации и рацемизации. Окислительно-восстановительные реакции. Внутрисферный и внешнесферный процессы

2.3. Межмолекулярное взаимодействие

Ридберговские атомы и их степени возбуждения. Ридберговское вещество. Сольватированный электрон, Dyson-орбитали. Надмолекулярные образования и клатраты. Газовые гидраты. Структура органических кристаллов. «Магические» числа валентных кластерных электронов и устойчивость кластеров. Сверхпроводимость материи. Графит, как первый представитель «органических» металлов. Молекулярная электроника. Комплексы с переносом заряда как проводники. Жидкие кристаллы. Координационный катализ. Металлокомплексный катализ. Реакционная способность кластерных соединений: реакции и механизм замещения лигандов, окислительно-восстановительные реакции без перестройки кластерного остова, перенос электронов, сопровождающийся изменением кластерного остова.

## *Раздел 3. Основы образования надмолекулярных структур, «суператомы».*

3.1. Ридберговские атомы и Ридберговское вещество

Ридберговские атомы и их степени возбуждения. Ридберговское вещество. Сольватированный электрон, Dyson-орбитали. Гидратация и сольватация молекул. Структуры воды. Два типа веществ, влияющих на структуру сольватных оболочек. «Структурообразователи» и «структуроразрушители». Особенности сольватации «нано»-частиц. «Нано-химия».

3.2. Кластеры и клатраты

Стабилизация необычного координационного окружения и степеней окисления при

координации. Металлоцены. Карбонильные комплексы и их аналоги (комплексы с  $\text{NO}^+$ ,  $\text{CS}$ ,  $\text{RNC}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CN}^-$ ). Алкильные, винильные, ацетиленидные и арильные комплексы. Карбеновые комплексы Фишера и Шрока, карбиновые комплексы. Олефиновые и ацетиленовые комплексы. Фуллерен как лиганд. Аллильные и диеновые комплексы. Примеры циклических полиеновых комплексов. Циклопентадиенильные комплексы, металлоцены. Ареновые, циклогептатриеновые и циклооктатетраеновые комплексы.

### 3.3 Образование «суператомов»

Основы слабого взаимодействия в молекулярных системах и между ними. Теория взаимодействия «TSC» «взаимодействие через пространство». Атом-атомная связь в полиатомарных системах. Образование обобщенных орбиталей в надструктурах атомов и молекул. Теория «суператомов».

*Раздел 4. Основы вынужденного излучения (лазеры, мазеры, светодиоды и пр. и его взаимодействия с веществом).*

4.1. Физическая основа работы лазера. Квантово-механическое явление вынужденного (индуцированного) излучения.

Физическая основа работы лазера. Квантово-механическое явление вынужденного (индуцированного) излучения. Излучение лазера. Оптическое усиление. Некоторые типы лазеров. Управление лазерами химических процессов

#### 4.2. Лазерные переходы и их использование

Экцимеры. Лазерные переходы между возбужденными колебательно-вращательными и основными уровнями составных молекул продуктов реакции.

#### 4.3. Виды лазеров

Твердотельные лазеры на люминесцирующих твердых средах (диэлектрические кристаллы и стекла). Полупроводниковые лазеры. Светодиоды. Лазеры на красителях. Тип лазеров, использующий в качестве активной среды раствор флуоресцирующих с образованием широких спектров органических красителей. Лазерные переходы и их использование. Газовые и газодинамические лазеры. Экцимеры, Лазерные переходы между возбужденными колебательно-вращательными и основными уровнями составных молекул продуктов реакции. Лазеры на свободных электронах. Мазеры. Квантовые каскадные лазеры. Полупроводниковые лазеры. Другие виды лазеров, развитие принципов которых на данный момент является приоритетной задачей исследований (рентгеновские лазеры. Применение лазеров для индиферентирования необычных химических реакций.

*Раздел 5. Основы сверхпроводимости различных систем.*

#### 5.1. Теория МО для объяснения сверхпроводящих свойств материи

Сверхпроводимость как квантовое явление. Эффектом Мейснера. «Нулевое сопротивление». Первое теоретическое объяснение сверхпроводимости в 1935 году Фрицем и Хайнцем Лондоном. Общая теория Л. Д. Ландау и В. Л. Гинзбурга. Теория БКШ. Двухжидкостная модель сверхпроводника.

#### 5.2. «Высокотемпературные» сверхпроводники

Теория МО для объяснения сверхпроводящих свойств материи. Связь явления сверхпроводимости с «дуализмом» электрона.

#### 5.3. Органические проводники и сверхпроводники

Критическая температурой перехода и ширина интервала перехода. «Высокотемпературные» сверхпроводники. Органические проводники и сверхпроводники.

### 4. Объем учебной дисциплины

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |              |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>6</b>         | <b>216</b> | <b>162</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>1,89</b>      | <b>68</b>  | <b>51</b>    |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>     | <b>1,14</b>      | <b>41</b>  | <b>30,75</b> |
| Лекции                                                 | 0,47             | 17         | 12,75        |

|                                                    |                |            |              |
|----------------------------------------------------|----------------|------------|--------------|
| Практические занятия (ПЗ)                          | 1,42           | 51         | 38,25        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i> | <i>1,14</i>    | <i>41</i>  | <i>30,75</i> |
| <b>Самостоятельная работа</b>                      | <b>3,11</b>    | <b>112</b> | <b>84</b>    |
| Контактная самостоятельная работа                  | 3,11           | —          | —            |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины       |                | 112        | 84           |
| <b>Вид контроля:</b>                               |                |            |              |
| <b>Экзамен</b>                                     | <b>1</b>       | <b>36</b>  | <b>27</b>    |
| Контактная работа промежуточная аттестация         | 1              | 0,4        | 0,3          |
| Подготовка к экзамену                              |                | 35,6       | 26,7         |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                     | <b>Экзамен</b> |            |              |

## 5.4. Практики

### **Аннотация рабочей программы Учебной практики:** **научно-исследовательской работы (получения первичных навыков** **научно-исследовательской работы) (Б2.О.01(У))**

**1. Цель учебной практики: научно-исследовательской работы (получения первичных навыков научно-исследовательской работы)** получение обучающимся первичных профессиональных умений и навыков путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

**2. В результате прохождения практики обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-1.5; ОПК-1.6; ОПК-1.7.

*Знать:*

– порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательских работ с использованием современных технологий;

– порядок организации, планирования, проведения и обеспечения образовательной деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры.

*Уметь:*

– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю пройденной практики, в том числе с применением Internet-технологий;

– использовать современные приборы и методики по профилю программы магистратуры, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты;

– выполнять педагогические функции, проводить практические и лабораторные занятия со студенческой аудиторией по выбранному направлению подготовки.

*Владеть:*

– способностью и готовностью к исследовательской деятельности по профилю изучаемой программы магистратуры;

– методологическими подходами к организации научно-исследовательской и образовательной деятельности;

– способностью на практике использовать умения и навыки в организации научно-исследовательских и проектных работ;

– навыками выступлений перед учебной аудиторией.

**3. Краткое содержание учебной практики: научно-исследовательской работы (получения первичных навыков научно-исследовательской работы)**

Учебная практика включает этапы ознакомления с методологическими основами и практического освоения приемов организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательской и образовательной деятельности, включая ознакомление с

деятельностью образовательных, научно-исследовательских и проектных организаций по профилю изучаемой программы магистратуры.

Конкретное содержание учебной практики определяется индивидуальным заданием обучающегося с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится. Индивидуальное задание разрабатывается по профилю изучаемой программы магистратуры с учетом темы научно-исследовательской работы обучающегося.

**4. Объем учебной практики: научно-исследовательской работы (получения первичных навыков научно-исследовательской работы)**

| Виды учебной работы                                                             | Объем дисциплины       |            |              |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------|--------------|
|                                                                                 | ЗЕ                     | Акад. ч.   | Астр. ч.     |
| <b>Общая трудоемкость практики</b>                                              | <b>10</b>              | <b>360</b> | <b>270</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>                                    | <b>2,83</b>            | <b>102</b> | <b>76,5</b>  |
| <b>в том числе в форме практической подготовки</b>                              | <b>2,83</b>            | <b>102</b> | <b>76,5</b>  |
| Практические занятия (ПЗ)                                                       | 2,83                   | 102        | 76,5         |
| в том числе в форме практической подготовки                                     | 2,83                   | 102        | 76,5         |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                                   | <b>7,17</b>            | <b>258</b> | <b>193,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                                               | 7,17                   | 0,4        | 0,3          |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе учебной практики |                        | 257,6      | 193,2        |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                                                  | <b>Зачет с оценкой</b> |            |              |

**Аннотация рабочей программы Производственной практики:  
научно-исследовательской работы (Б2.В.01(Н))**

**1. Цель производственной практики: научно-исследовательской работы** формирование необходимых компетенций для осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**, направленной на исследования в области химической переработки углеродсодержащих энергоносителей, реакций и процессов основного органического и нефтехимического синтеза, создания новых органических соединений с ценными свойствами и углеродных материалов, а также на разработку технологий в данной области с применением современных методов исследования и средств математического, физического и компьютерного моделирования.

**2. В результате прохождения практики обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-4.2; УК-4.4; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

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

**3. Краткое содержание практики**

*Раздел 1. Планирование научно-исследовательской работы.*

Получение задания на научно-исследовательскую работу. Объект и предмет исследования. Главная цель исследования.

Литературный обзор по теме. Теоретическая часть исследования. Практическая



часть исследования. Задачи исследования. Необходимые требования и ограничения.

*Раздел 2. Выполнение задания на научно-исследовательскую работу. Проведение теоретических и экспериментальных исследований.*

Критерии оценки эффективности исследуемого объекта (процесса). Параметры, контролируемые при исследовании. Этапы проведения эксперимента. Методы теоретического исследования.

Перечень оборудования, установок и приборов. Методики проведения экспериментальных исследований. Условия и порядок проведения опытов. Методики обработки результатов экспериментов.

Получение первичных данных.

*Раздел 3. Подготовка отчёта по научно-исследовательской работе.*

Обработка первичных данных, анализ и систематизация результатов. Оформление отчета.

Подготовка научной публикации (тезисы доклада, статья) и/или презентации доклада к отчету по научно-исследовательской работе.

#### **4. Объем практики**

| Виды учебной работы                                                | В зачетных единицах       | В академ. часах |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану                    | 43                        | 1548            |
| Контактная работа аудиторные занятия:                              | 17,94                     | 646             |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 17,94                     | 646             |
| Практические занятия (ПЗ)                                          | 17,94                     | 646             |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 17,94                     | 646             |
| Самостоятельная работа (СР):                                       | 24,06                     | 866             |
| Контактная самостоятельная работа                                  | 24,06                     | 1,2             |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР |                           | 864,8           |
| Экзамен                                                            | 1                         | 36              |
| Контактная работа промежуточная аттестация                         | 1                         | 0,4             |
| Подготовка к экзамену                                              |                           | 35,6            |
| Вид контроля:                                                      | Зачет с оценкой / Экзамен |                 |
| В том числе по семестрам:                                          |                           |                 |
| 1 семестр                                                          |                           |                 |
| Общая трудоемкость в семестре                                      | 6                         | 216             |
| Контактная работа аудиторные занятия:                              | 2,83                      | 102             |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 2,83                      | 102             |
| Практические занятия (ПЗ)                                          | 2,83                      | 102             |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 2,83                      | 102             |
| Самостоятельная работа (СР):                                       | 3,17                      | 114             |
| Контактная самостоятельная работа                                  | 3,17                      | 0,4             |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР |                           | 113,6           |
| Вид контроля:                                                      | Зачет с оценкой           |                 |
| 2 семестр                                                          |                           |                 |
| Общая трудоемкость в семестре                                      | 6                         | 216             |
| Контактная работа аудиторные занятия:                              | 2,83                      | 102             |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 2,83                      | 102             |
| Практические занятия (ПЗ)                                          | 2,83                      | 102             |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 2,83                      | 102             |
| Самостоятельная работа (СР):                                       | 3,17                      | 114             |

|                                                                    |                 |       |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|
| Контактная самостоятельная работа                                  | 3,17            | 0,4   |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР |                 | 113,6 |
| Вид контроля:                                                      | Зачет с оценкой |       |
| 3 семестр                                                          |                 |       |
| Общая трудоемкость в семестре                                      | 10              | 360   |
| Контактная работа аудиторные занятия:                              | 4,72            | 170   |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 4,72            | 170   |
| Практические занятия (ПЗ)                                          | 4,72            | 170   |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 4,72            | 170   |
| Самостоятельная работа (СР):                                       | 5,28            | 190   |
| Контактная самостоятельная работа                                  | 5,28            | 0,4   |

Продолжение таблицы

|                                                                    |                 |       |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР |                 | 189,6 |
| Вид контроля:                                                      | Зачет с оценкой |       |
| 4 семестр                                                          |                 |       |
| Общая трудоемкость в семестре                                      | 21              | 756   |
| Контактная работа аудиторные занятия:                              | 7,56            | 272   |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 7,56            | 272   |
| Практические занятия (ПЗ)                                          | 7,56            | 272   |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 7,56            | 272   |
| Самостоятельная работа (СР):                                       | 12,44           | 448   |
| Контактная самостоятельная работа                                  | 12,44           | —     |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР |                 | 448   |
| Экзамен                                                            | 1               | 36    |
| Контактная работа промежуточная аттестация                         | 1               | 0,4   |
| Подготовка к экзамену                                              |                 | 35,6  |
| Вид контроля:                                                      | Экзамен         |       |

| Виды учебной работы                                                | В зачетных единицах       | В астроном. часах |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану                    | 43                        | 1161              |
| Контактная работа аудиторные занятия:                              | 17,94                     | 484,5             |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 17,94                     | 484,5             |
| Практические занятия (ПЗ)                                          | 17,94                     | 484,5             |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 17,94                     | 484,5             |
| Самостоятельная работа (СР):                                       | 24,06                     | 649,5             |
| Контактная самостоятельная работа                                  | 24,06                     | 0,9               |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР |                           | 649,5             |
| Экзамен                                                            | 1                         | 27                |
| Контактная работа промежуточная аттестация                         | 1                         | 0,3               |
| Подготовка к экзамену                                              |                           | 26,7              |
| Вид контроля:                                                      | Зачет с оценкой / Экзамен |                   |
| В том числе по семестрам:                                          |                           |                   |
| 1 семестр                                                          |                           |                   |
| Общая трудоемкость в семестре                                      | 6                         | 162               |

|                                                                    |                 |      |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|------|
| Контактная работа аудиторные занятия:                              | 2,83            | 76,5 |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 2,83            | 76,5 |
| Практические занятия (ПЗ)                                          | 2,83            | 76,5 |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 2,83            | 76,5 |
| Самостоятельная работа (СР):                                       | 3,17            | 85,5 |
| Контактная самостоятельная работа                                  | 3,17            | 0,3  |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР |                 | 85,2 |
| Зачет с оценкой:                                                   | +               | +    |
| Вид контроля:                                                      | Зачет с оценкой |      |
| 2 семестр                                                          |                 |      |
| Общая трудоемкость в семестре                                      | 6               | 162  |

*Продолжение таблицы*

|                                                                    |                 |       |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|
| Контактная работа аудиторные занятия:                              | 2,83            | 76,5  |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 2,83            | 76,5  |
| Практические занятия (ПЗ)                                          | 2,83            | 76,5  |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 2,83            | 76,5  |
| Самостоятельная работа (СР):                                       | 3,17            | 85,5  |
| Контактная самостоятельная работа                                  | 3,17            | 0,3   |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР |                 | 85,2  |
| Зачет с оценкой:                                                   | +               | +     |
| Вид контроля:                                                      | Зачет с оценкой |       |
| 3 семестр                                                          |                 |       |
| Общая трудоемкость в семестре                                      | 10              | 270   |
| Контактная работа аудиторные занятия:                              | 4,72            | 127,5 |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 4,72            | 127,5 |
| Практические занятия (ПЗ)                                          | 4,72            | 127,5 |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 4,72            | 127,5 |
| Самостоятельная работа (СР):                                       | 5,28            | 142,5 |
| Контактная самостоятельная работа                                  | 5,28            | 0,3   |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР |                 | 142,2 |
| Зачет с оценкой:                                                   | +               | +     |
| Вид контроля:                                                      | Зачет с оценкой |       |
| 4 семестр                                                          |                 |       |
| Общая трудоемкость в семестре                                      | 21              | 567   |
| Контактная работа аудиторные занятия:                              | 7,56            | 204   |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 7,56            | 204   |
| Практические занятия (ПЗ)                                          | 7,56            | 204   |
| в том числе в форме практической подготовки                        | 7,56            | 204   |
| Самостоятельная работа (СР):                                       | 12,44           | 336   |
| Контактная самостоятельная работа                                  | 12,44           | —     |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе НИР |                 | 336   |
| Экзамен                                                            | 1               | 27    |
| Контактная работа промежуточная аттестация                         | 1               | 0,3   |
| Подготовка к экзамену                                              |                 | 26,7  |
| Вид контроля:                                                      | Экзамен         |       |

## 5.5. Государственная итоговая аттестация

### Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (БЗ.01)

**1. Цель государственной итоговой аттестации: выполнения, подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы** выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология**.

**2. В результате прохождения государственной итоговой аттестации: выполнения, подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы у студента проверяется сформированность следующих компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности.**

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими компетенциями:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.5; УК-2.6; УК-2.7; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-3.6; УК-3.7; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-1.5; ОПК-1.6; ОПК-1.7; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-2.5; ОПК-2.6; ОПК-2.7; ОПК-2.8; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-3.6; ОПК-3.7; ОПК-3.8; ОПК-3.9; ОПК-3.10; ОПК-3.11; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

*Знать:*

- принципы и порядок постановки и формулирования задач научных исследований на основе результатов поиска, обработки и анализа научно-технической информации;
- физико-химические основы процессов основного органического и нефтехимического синтеза, методы их исследования, моделирования и проектирования;
- 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 теоретические модели технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий;
- разрабатывать программы и выполнять научные исследования, обработку и анализ их результатов, формулировать выводы и рекомендации;
- координировать работы по сопровождению реализации результатов работы в производстве.

*Владеть:*

- методологией и методикой анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества испытаний, сертификации 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 и технологических работ.

### 3. Краткое содержание государственной итоговой аттестации: выполнения, подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проходит в 8 семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления подготовки **18.04.01 Химическая технология** и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ГИА) проводится государственной экзаменационной комиссией.

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

### 4. Объем государственной итоговой аттестации: выполнения и защиты выпускной квалификационной работы

Программа относится к обязательной части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» (Б3) и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 4 семестре (2 курс) обучения в объеме 324 ч (9 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза, химической технологии тонкого органического синтеза или химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов.

| Виды учебной работы                                                             | Объем дисциплины  |            |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|------------|
|                                                                                 | ЗЕ                | Акад. ч.   | Астр. ч.   |
| <b>Общая трудоемкость ГИА</b>                                                   | <b>9</b>          | <b>324</b> | <b>243</b> |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>                                    | —                 | —          | —          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                                   | <b>9</b>          | <b>324</b> | <b>243</b> |
| Контактная самостоятельная работа                                               | 9                 | 0,67       | 0,5        |
| Самостоятельное освоение знаний, умений и навыков по программе учебной практики |                   | 323,33     | 242,5      |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                                                  | <b>Защита ВКР</b> |            |            |

## 5.6. Факультативы

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Профессионально-ориентированный перевод» (ФТД.01)

**1. Цель дисциплины** — приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

#### **2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4

*Знать:*

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

*уметь:*

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

*владеть:*

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности,
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Раздел 1. Требования к профессионально-ориентированному переводу.**

##### **Особенности перевода специальных текстов**

1.1. Основные требования к профессионально-ориентированному переводу и понятие информационного поля. Специфика профессионально-ориентированных текстов. Эквивалентность, адекватность, переводимость специальных текстов.

1.2. Техническая терминология: характеристики.

Терминология в области технологии высокотемпературных функциональных материалов. Обеспечение терминологической точности и единообразия. Способы накопления и расширения словарного запаса в процессе перевода Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Изменение структуры предложения при переводе.

##### **Раздел 2. Лексико-грамматические проблемы перевода специальных текстов**

2.1. Проблема неоднозначности перевода видовременных форм и ее решение. Особенности перевода различных типов предложений. Перевод страдательного залога. Трудные случаи перевода страдательного залога.

2.2. Условные предложения, правила и особенности их обратного перевода. Практика перевода научно-технической литературы на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.3. Перевод предложений с учетом правила согласования времен. Перевод причастия и причастных оборотов. Развитие навыков перевода на примере текстов по технологии высокотемпературных функциональных материалов.

2.4. Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Инфинитивные обороты. Варианты перевода на русский язык.

##### **Раздел 3. Интернет и ИКТ в профессионально -ориентированном переводе**

3.1. Системы автоматизации перевода. (Computer Assisted Translation Tools). Информационный и лингвистический поиск в Интернет.

3.2. Работа с электронными словарями и глоссариями. Редактирование текста профессионально-ориентированного перевода.

#### **4. Объем учебной дисциплины**

| Вид учебной работы                             | Объем дисциплины |          |          |
|------------------------------------------------|------------------|----------|----------|
|                                                | ЗЕ               | Акад. ч. | Астр. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                  | 2                | 72       | 54       |
| <b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b> | 1,0              | 34,0     | 25,5     |

|                                              |              |             |             |
|----------------------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| Практические занятия (ПЗ)                    | 0,9          | 34,0        | 25,5        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                | <b>1,1</b>   | <b>38,0</b> | <b>28,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа            | 1,1          | 0,2         | 0,15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины |              | 37,8        | 28,35       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>               | <b>Зачет</b> |             |             |

### Аннотация рабочей программы дисциплины «Научная публицистика» (ФТД.02)

**1. Цель дисциплины** повышение общей и речевой культуры специалиста, способного реализовывать свои коммуникативные потребности в современном обществе на основе принципов эффективного общения, коммуникативной целесообразности, уважения к другим людям, а также способного применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия.

**2. В результате изучения дисциплины обучающийся по программе магистратуры должен:**

*Обладать* следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3.

*Знать:*

- сущность научной публицистики, ее роль в формировании речевой культуры;
- различие устной и письменной научной речи;
- композиционные и стилистические особенности научного и научно-популярного текста;

- правила создания письменных и устных жанров научного стиля речи;
- правила убеждения оппонента в научной дискуссии.

*Уметь:*

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

*Владеть:*

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

### **3. Краткое содержание дисциплины**

*Раздел 1. Лингвистика научного текста*

*1.1. Сущность научной публицистики*, ее роль в формировании речевой культуры будущего специалиста. Речевая культура специалиста, типы речевой культуры. Две точки зрения на название дисциплины «Научная публицистика». Из истории становления научной мысли в России. Наука и особая роль научной коммуникации. Определение понятия «публицистика». История публицистики. Взаимовыгодное сотрудничество науки

и публицистики. Наука как среда создания и функционирования научных публикаций в научных изданиях и масс-медиа.

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

1.3. Научный стиль речи в системе русского литературного языка. Многообразие языковых средств для передачи информации. Отбор языковых средств для обеспечения эффективной коммуникации в определенной речевой ситуации. Функциональные стили литературного языка (научный, официально-деловой, публицистический). Особенности научного стиля речи, специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Лингвистические особенности научного стиля речи (лексико-словообразовательная характеристика, стандартность морфологии, точность и обобщенность грамматических конструкций), специальные приемы и речевые нормы научных работ разных жанров. Грамматические приемы обеспечения ясности научного стиля. Жанры письменной и устной научной речи.

1.4. Особенности устной и письменной речи. Логико-лингвистические особенности научных текстов и их аналитико-синтетическая переработка. Лексические маркеры помощники в написании статьи. Нетерминологические стандартизированные единицы. Перечисление типичных ошибок при составлении письменного научного текста (значение слова и лексическая сочетаемость, заимствование в современной научной речи; случаи нарушения грамматических норм: правила цитирования, трудные случаи употребления предлогов, вводных конструкций). Правила трансформации научной информации из устного текста в письменный и наоборот.

1.5. Подготовка научно-популярного текста: композиционные и стилистические особенности, типичные ошибки. Зависимость выбора языковых средств и структуры текста от целевой аудитории. Популяризация сложного научного знания («научпоп») и основные способы подачи научно-популярной информации в СМИ: газеты, журналы, ТЭД, научные стенд-апы на ТВ, каналы на Youtube Радио, подкасты, онлайн-комментирование событий, тексты, иллюстрации, видео- и аудиофайлы, гиперссылки на другие источники в Интернете. Композиционные и стилистические особенности научно-популярного текста, типичные ошибки при его составлении. Основные жанры научно-популярных текстов: новость, репортаж, интервью, колонки, пресс-релизы и посты в блогах. Рекомендации по структурированию информации (заголовок, лид, цитата, концовка).

## Раздел 2. Правила подготовки письменной научной работы

2.1. Жанры научного стиля речи. Общая характеристика жанровых подсистем научного стиля речи. Языковые параметры, различающие жанры научной речи (схема/модель построения, объем текста, присутствие автора в тексте, уверенность изложения, соотношение результатов и хода исследования, сложность языка, разворачивание во времени). Правила компрессии научной информации: выделение ключевых слов и предложений, образец работы над созданием вторичных текстов разной степени компрессии: выделение главной информации, выделение подтем, субподтем. Виды компрессии научного текста. Тезисы как специфический жанр научного стиля. Правила составления и оформления интегрального конспекта. Составление аннотаций разных видов. Виды рефератов, структура и содержание реферата, клише, используемые при составлении рефератов. Работа по составлению реферата-обзора. Рецензирование. Структура рецензии. Модель типовой рецензии. Оценочная часть рецензии. Специфика составления



аналитического обзора.

2.2. Правила написания научной статьи. Технология подготовки научных публикаций: подготовительный этап (план научной публикации); основной этап (постановка проблемы, гипотеза, теоретическое обоснование, экспериментальная часть, результаты исследования); заключительный этап (выводы и перспективы исследования). Общие рекомендации для подготовки публикации статьи на иностранном языке. Варианты текстового представления научных результатов (монография, сборник научных трудов, материалы конференции, репринт, тезисы докладов, научная статья). Структура научной статьи. Оформление научной публикации. Правила оформления отдельных частей текстового материала (оформление библиографии, сносок, сокращение слов, текстового оформления таблиц и рисунков, схем). Требования к авторским текстам оригинала. Анализ опубликованных статей соискателей ученой степени. Соответствие тематики статьи научной специальности. Научная новизна. Цель и план собственной публикации. Определение места опубликования. Разработка плана-проспекта публикации с определением цели, задач, новизны и практической значимости. Анализ журналов для определения места публикации: выявление ядерных журналов, закон Бредфорда, индекс цитирования Хирша.

### *Раздел 3. Культура научной монологической и диалогической речи*

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

3.2. Основные требования к ведению научной дискуссии. Жанры диалогической устной научной речи: пресс-конференция как один из способов получения информации, научная беседа, научная дискуссия. Особенности академического этикета. О природе подлинного (продуктивного) спора. Культура спора/дискуссии: определение предмета спора, поведение полемистов, уважительное отношение к оппоненту. Правила убеждения оппонента: убеждение и аргументация, основные виды аргументов, структура доказательства, полемические приемы, искусство отвечать на вопросы. Основные стратегии и тактики ведения научных дискуссий. Подготовка к дискуссии и речевое поведение каждого участника.

### **4. Объем учебной дисциплины**

| Виды учебной работы                                    | Объем дисциплины |            |             |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|-------------|
|                                                        | ЗЕ               | Акад. ч.   | Астр. ч.    |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3</b>         | <b>108</b> | <b>81</b>   |
| <b>Контактная работа аудиторные занятия:</b>           | <b>0,94</b>      | <b>34</b>  | <b>25,5</b> |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,33</i>      | <i>12</i>  | <i>9</i>    |
| Лекции                                                 | 0,44             | 16         | 12          |
| Практические занятия (ПЗ)                              | 0,5              | 18         | 13,5        |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>     | <i>0,33</i>      | <i>12</i>  | <i>9</i>    |
| Лабораторные работы (ЛР)                               | —                | —          | —           |
| <b>Самостоятельная работа</b>                          | <b>2,06</b>      | <b>74</b>  | <b>55,5</b> |
| Контактная самостоятельная работа                      | 2,06             | 0,2        | 0,15        |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины           |                  | 73,8       | 55,35       |
| <b>Вид итогового контроля:</b>                         | <b>Зачет</b>     |            |             |