

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

ИНСТИТУТ ХИМИИ И БИОЛОГИИ

КАФЕДРА ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ВМС

СОГЛАСОВАНО

**Руководитель образовательной
программы** _____ Р.Ч.Бажева

« ____ » _____ 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
химии и биологии
_____ Р.Ч.Бажева

« ____ » _____ 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1. О. 06.01 «Общая химическая технология»

Направление подготовки

18.03.01 - Химическая технология

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

Технология и переработка полимеров

(наименование профиля подготовки)

Степень выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Нальчик 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Общая химическая технология» /сост. М.Б. Бегиева – Нальчик: КБГУ, 2022. – с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки **18.03.01 Химическая технология** в 5,6 -ом семестре 3-го курса и является дисциплиной базового модуля направления для изучения студентами.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 – Химическая технология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «07» августа 2020 г. № 922.

Содержание

- 1 Цели и задачи освоения дисциплины**
- 2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**
- 3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины**
- 4 Содержание и структура дисциплины (модуля)**
- 5 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**
- 6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений навыков и опыта деятельности**
- 7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)**
- 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе, требования к уровню освоения содержания дисциплины

1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины:

1. Дать знания теоретических основ химической технологии, опираясь на основные законы физики и химии. Изложение основано на последовательном применении термодинамики и гидродинамики к рассматриваемым процессам.
2. Ознакомить с теорией химических реакторов и общими принципами разработки химико-технологических процессов на основе системного подхода.
3. Ознакомить с теми успехами, которые достигнуты в последние годы в разработке и создании новых интенсивных процессов и высокопроизводительных аппаратов (процессы сушки, ректификации, ионообменное и мембранное разделение и др.).

Задачи дисциплины:

Дать сведения, достаточные для уяснения и анализа физико-химической сущности процессов переноса импульса, тепла и массы в решении проблемы интенсификации химико-технологических процессов.

Рассмотреть основные примеры термодинамических расчетов химико-технологических процессов и использования законов химической кинетики при выборе технологического режима и моделировании этих процессов.

Проанализировать общие принципы построения моделей процессов и аппаратов химической технологии, установить границы применимости этих моделей.

Показать перспективность новой технологической идеологии, основанной на системном подходе, рассматривающем в единстве физико-химический, физико-математический, инженерно-технический, экономический, экологический и социальный аспекты организации производства.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана Блока 1.базового модуля направления Б.1. О.06.01 Курс 18.03.01 «**Общая химическая технология**». Курс «**Общая химическая технология**» базируется на знании обучающимися основных положений физики (разделы – механика и молекулярная физика), неорганической, органической и физической химии, химия и физика полимеров. Понятия и подходы, введенные в курсе химической технологии будут использоваться в курсах «Оптимизация системы управления химико-технологическими процессами», «Технология и переработка полимеров», при составлении отчетов по химико-технологической практике.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО **18.03.01 Химическая технология** по направлению подготовки (уровень бакалавриата):

Общепрофессиональные компетенций (ОПК) по видам профессиональной деятельности:

ОПК-4 Способен обеспечить проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

ОПК-4.1 Использует технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции

ОПК-4.2 Осуществляет контроль за изменением параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

об общих закономерностях химической технологии и о применении этих закономерностей для расчета типовых операций ХТ;
о многоуровневом и многокритериальном характере задач создания новых технологий;
о необходимости привлечения в процессе экспертизы технологических решений универсальных критериев, вытекающих из фундаментальных законов природы;
о наиболее типичных ХТП и соответствующих им реакционных аппаратов.

Знать:

базовую терминологию, относящуюся к основным процессам и аппаратам химической технологии;
основные понятия и законы гидродинамики, процессов тепло- и массообмена;
основные технологические критерии эффективности химико-технологического процесса и их математическое выражение;
структуру математической модели химического реактора и приемы ее упрощения;
основные положения математической теории эксперимента.

Уметь:

решить типовую задачу в общем виде, применяя общие закономерности ХТ к конкретным химическим процессам, которые являются основными на химических производствах;
моделировать химико-технологические процессы с целью их расчета и оптимизации;
научиться работать со справочной литературой – таблицами, расчетными диаграммами номограммами, которые предназначены для обработки результатов лабораторных работ, а также для решения технологических задач;

исследовать полученные данные, выясняя влияние тех или иных факторов на процесс, а также подвергнуть проверке результаты экспериментов, оценив их погрешность.

Связь с предшествующими дисциплинами:

Курс общей химической технологии базируется на знаниях обучаемым основных положений физики (разделы – механика и молекулярная физика), неорганической, органической и физической химии, математических методов в химии, его владении навыками дифференциального и интегрального исчисления.

Связь с последующими дисциплинами:

Понятия и подходы, введенные в курсе химической технологии будут использоваться в курсах «Техногенные системы и экологический риск», «Высокомолекулярные соединения», при составлении отчетов по химико-технологической практике.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Общая химическая технология»

| № раздела | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|-----------|--|--|-------------------------|
| 1 | Введение | <p>Предмет и задачи химической технологии. Важнейшие направления развития химической техники и технологии. Химическая промышленность и проблемы жизнеобеспечения.</p> <p>Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Место химической промышленности в народнохозяйственном комплексе страны.</p> <p>Химико-технологический процесс (ХТП) и его содержание. Лимитирующие стадии. Процессы, протекающие в кинетической, диффузионной и переходной областях.</p> <p>Технологические критерии эффективности функционирования химико-технологического процесса.</p> <p>Основные технологические понятия и определения: производительность, мощность, интенсивность, расходные коэффициенты, степень превращения, выход продукта, селективность (интегральная и дифференциальная).</p> <p>Классификация основных процессов химической технологии. Гидромеханические, массообменные (диффузионные), тепловые, химические и механические процессы. Сырье. Требования предъявляемые к сырью.</p> | К, Т |
| 2 | Общие вопросы химической технологии | <p>Термодинамические расчеты химико-технологических процессов. Экстенсивные (объем, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия и др.) и интенсивные (температура, давление и др.) термодинамические параметры и интенсификация ХТП. Равновесия в гомогенных и гетерогенных химико-технологических процессах. Изменение энергии Гиббса и направление протекания процесса. Методы теоретического расчета и экспериментального определения изменения</p> | ЛР, К, Т |

| | | | |
|---|----------------------------|--|----------|
| | | <p>энергии Гиббса.</p> <p>Качественная и количественная оценка подвижного химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия и равновесный выход продукта.</p> <p>Особенности исследования равновесия в гетерогенных технологических процессах. Правило фаз и фазовые равновесия.</p> <p>Влияние давления, температуры, концентрации и других факторов на состояние химического равновесия. Расчет равновесия по термодинамическим данным.</p> <p>Основные принципы термодинамического анализа ХТП. Сущность эксергетического метода. Эксергетический баланс и эксергетический КПД.</p> <p>Использование законов химической кинетики при выборе технологического режима.</p> <p>Понятие химической и «технической» кинетики. Значение термодинамических, микро- и макрокинетических закономерностей для технологии.</p> <p>Факторы, определяющие скорость химико-технических процессов, протекающих в гомо- и гетерогенных средах. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности реагирующих фаз на скорость протекания технологических процессов.</p> <p>Основные формулы скорости ХТП. Кинетика элементарных (одностадийных) и неэлементарных (сложных) химических реакций. Константа (коэффициент) скорости. Влияние движущей силы на скорость технологических процессов.</p> | |
| 3 | Гидромеханические процессы | <p>Основы гидравлики. Физические свойства жидкостей. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практическое значение.</p> <p>Основные характеристики движения жидкости. Установившийся и неустановившийся потоки. Субстанциональная производная. Режим движения жидкости. Распределение скоростей и расход жидкости при установившемся ламинарном потоке. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли и его практическое значение. Дифференциальные уравнения движения</p> | ЛР, К, Т |

| | | | |
|----------|-------------------------------|--|----------|
| | | <p>Навье-Стокса.</p> <p>Основы теории подобия. Условия и теоремы подобия. Метод анализа размерности. Гидродинамическое подобие. Подобное преобразование уравнений Навье-Стокса. Критерии гидродинамического подобия.</p> <p>Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Сопротивление трения. Местные сопротивления. Движение тел в вязких жидкостях. Сопротивление движению тел в вязких жидкостях. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Движение жидкостей через неподвижные зернистые и пористые слои. Гидравлика кипящего (псевдооживленного) зернистого слоя.</p> | |
| 4 | Тепловые процессы | <p>Виды передачи тепла. Тепловые балансы. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности плоской и цилиндрической стенки.</p> <p>Конвективный теплообмен. Закон охлаждения Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Критерии теплового подобия.</p> <p>Теплопередача при постоянных температурах теплоносителя (плоская и цилиндрическая стенки). Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Уравнение теплопередачи (при прямотоке и противотоке теплоносителей). Выбор взаимного направления движения теплоносителей.</p> <p>Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Теплообмен лучеиспусканием между телами. Совместная передача тепла конвекцией и лучеиспусканием.</p> | К, Т |
| 5 | Массообменные процессы | <p>Виды процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Фазовое равновесие. Материальный баланс процессов массопередачи. Рабочие линии. Молекулярная диффузия и конвективный перенос. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии.</p> <p>Механизм процессов массопереноса. Уравнение массоотдачи. Подобие процессов массообмена. Диффузионные критерии подобия. Уравнение массопередачи. Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Средняя движущая сила процессов массопередачи и</p> | ЛР, К, Т |

| | | | |
|----------|---|--|----------|
| | | методы ее расчета. | |
| 6 | Химические реакторы | <p>Классификация химических реакторов. Уравнение материального баланса реактора. Реакторы с различными режимами движения среды: идеального смешения (периодический и проточный), идеального вытеснения. Каскад реакторов идеального смешения.</p> <p>Уравнение теплового баланса реактора. Реакторы с различными тепловыми режимами: политермический, адиабатический, изотермический. Устойчивость теплового режима работы реактора. Параметрическая чувствительность. Сравнение эффективности работы реакторов.</p> | К, Т |
| 7 | ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА Технология серной кислоты | <p>Технология серной кислоты. Сырьевая база сернокислотной промышленности. Виды серосодержащего сырья. Использование отходящих газов цветной металлургии и тепловых электростанций.</p> <p>Печное отделение современного сернокислотного завода. Физико-химические основы обжига серосодержащего сырья. Общая характеристика печей ВХЗ, ПО и КС. Материальный и тепловой баланс печного отделения для обжига колчедана.</p> <p>Очистка обжигового газа, физико-химические основы механического и электрического методов очистки. Очистное отделение современной контактной сернокислотной системы.</p> <p>Равновесные и кинетические закономерности процессов окисления 8O_2 в 3O_3 на катализаторах. Система двойного контактирования и двойной абсорбции.</p> <p>Катализаторы окисления 5O_2 в 5O_3. Ванадиевая контактная масса серии БАВ, СВД, ИК. Контактные аппараты с внутренним и внешним теплообменом.</p> <p>Физико-химические основы абсорбции серного ангидрида из газовой смеси. Моногидратный и олеумный абсорберы. Абсорбционное отделение сернокислотного завода.</p> <p>Контактная, схема производства серной кислоты как сложная химико-технологическая система. Пути интенсификации сернокислотного производства. Техно-экономические показатели.</p> | ЛР, К, Т |
| 8 | Технология производства | Проблема связанного азота. Ключевое значение технологии связывания атмосферного | ЛР, К, Т |

| | | | |
|----------|--|---|------|
| | азотной кислоты | <p>азота в решении продовольственного вопроса.</p> <p>Способы получения азотоводородной смеси. Структура современного производства аммиака из природного газа. Гибкое использование гетерогенных катализаторов в многоступенчатой схеме приготовления и очистки ABC.</p> <p>Термодинамические и кинетические особенности процесса синтеза аммиака. Особенности циркуляционной схемы. Утилизация отходящих газов. Оценка потерь эксэргии и капитальных затрат.</p> <p>Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов селективного окисления аммиака. Промышленные катализаторы. Альтернативные варианты процессов конверсии аммиака.</p> <p>Структура и особенности технологической схемы производства разбавленной азотной кислоты. Промышленная реализация схемы $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$. Основы каталитического обезвреживания отходящих газов. Причины низкой эксэргетической эффективности производства азотной кислоты.</p> <p>Производство концентрированной азотной кислоты. Анализ диаграмм состояния $\text{H}_2\text{O}-\text{HNO}_3$ и $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{SO}_4-\text{HNO}_3$. Прямой (нитроолеумный) метод производства концентрированной азотной кислоты.</p> | |
| 9 | Технология производство минеральных удобрений | <p>Физико-химические основы и технологическая схема производства нитрата аммония. Использование теплоты нейтрализации. Производство карбамида. Перспективы биотехнологии в решении проблемы фиксации азота.</p> <p>Производство фосфора и фосфорной кислоты. Выбор способа технологической переработки (кислотного, термического, гидротермического, плазмохимического) фосфатного минерального сырья.</p> <p>Экстракционная фосфорная кислота как основа производства минеральных удобрений. Электротермическое получение элементарного фосфора и термической фосфорной кислоты. Физико-химические основы разложения природных фосфатов серной, азотной и фосфорной кислотами.</p> | К, Т |
| | Промышленный органический синтез | <p>Эволюция технологического оформления процесса каталитического крекинга: стационарный слой контактной массы, псевдосжиженный микросферный слой и движущийся слой гранулированного</p> | К, Т |

| | | | |
|--|---------------------------|---|------|
| | | <p>катализатора. Основные технологические параметры современных схем термokatалитического крекинга.</p> <p>Очистка и стабилизация нефтепродуктов. Щелочная, серноокислотная, адсорбционная и каталитическая очистка. Гидроочистка и очистка на селективных растворителях. Охрана окружающей среды при нефтепереработке. Основные группы исходных веществ (парафиновые, олефины, ацетилен, ароматические, окись углерода и синтез-газ), используемых в органическом синтезе.</p> | |
| | Синтез метанола | <p>Аналогия функциональных схем получения азотово-дородной смеси (для синтеза аммиака) и синтез-газа (для получения метанола). Физико-химические основы процесса. Применимость уравнения Темкина для анализа скорости синтеза метанола.</p> <p>Технологическая и функциональные схемы синтеза метанола. Конструктивные особенности колонны синтеза и контактных систем. Техничко-экономические показатели агрегата с совмещенной насадкой колонны.</p> <p>Новые направления в развитии производства метанола: укрупнение мощности единичного оборудования, бесконверсионная переработка синтез-газа, совмещение синтеза метанола с производством других продуктов. Охрана окружающей среды в производстве метанола.</p> | К, Т |
| | Гидратация этилена | <p>Основной промышленный способ производства этанола. Физико-химические основы и технологические схемы процессов. Техничко-экономические показатели обеих схем получения этилового спирта.</p> | К, Т |

| № Раздел а | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|------------------|-----------------------|------------------|-------------------|----|----|-------------------------|
| | | всего | Аудиторная работа | | | Внеауд. работа СР |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |

| | | | | | | |
|----|---|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| | | | | | | |
| 1 | Введение | 17 | 2 | 1 | 0 | 14 |
| 2 | Общие вопросы химической технологии | 23 | 4 | 2 | 4 | 13 |
| 3 | Гидромеханические процессы | 34 | 6 | 4 | 8 | 16 |
| 4 | Тепловые процессы | 34 | 6 | 4 | 8 | 16 |
| 5 | Массообменные процессы | 34 | 6 | 4 | 8 | 16 |
| 6 | Химические реакторы | 22 | 2 | 2 | 8 | 10 |
| 7 | Моделирование и оптимизация | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 8 | ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА Технология серной кислоты | 46 | 6 | 4 | 20 | 16 |
| 9 | Технология производство азотной кислоты | 46 | 6 | 4 | 20 | 16 |
| 10 | Технология производство минеральных удобрений | 50 | 8 | 6 | 20 | 16 |
| 11 | Промышленный органический синтез | 10 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| 12 | Синтез метанола | 17 | 2 | 2 | 3 | 10 |
| 13 | Гидратация этилена | 17 | 2 | 2 | 3 | 10 |
| | Итого: | 360 | 51 | 34 | 102 | 173 |

**Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет
(_396_ часов)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет..11 зачетных , 27 экзаменационных единиц
Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах)

| Вид работы | Трудоемкость, часов | | |
|---|---------------------|----------------|------------|
| | Семестр № 5 | Семестр № 6 | Всего |
| Общая трудоемкость | 216 | 180 | |
| Контактная | 216 | 180 | 396 |
| Аудиторная работа: | | - | |
| <i>Лекции (Л)</i> | 34 | 17 | 51 |
| <i>Лабораторные работы(ЛР)</i> | 34 | 68 | 102 |
| <i>Практические занятия(ПЗ)</i> | 17 | 17 | 34 |
| Самостоятельная работа: | 122 | 51 | 173 |
| Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.), | | | |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | 27 | 36 |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен) | зачет | экзамен | |

Таблица 3. Лекции

| № п/п | Наименование раздела/ темы | Содержание раздела | Объем в часах |
|----------|--|--|------------------|
| 1 | Лекция 1. Введение | <p>Предмет и задачи химической технологии. Важнейшие направления развития химической техники и технологии. Химическая промышленность и проблемы жизнеобеспечения.</p> <p>Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Место химической промышленности в народнохозяйственном комплексе страны.</p> <p>Химико-технологический процесс (ХТП) и его содержание. Лимитирующие стадии. Процессы, протекающие в кинетической, диффузионной и переходной областях.</p> <p>Технологические критерии эффективности функционирования химико-технологического процесса.</p> <p>Основные технологические понятия и определения: производительность, мощность, интенсивность, расходные коэффициенты, степень превращения, выход продукта, селективность (интегральная и дифференциальная).</p> <p>Классификация основных процессов химической технологии. Гидромеханические, массообменные (диффузионные), тепловые, химические и механические процессы. Сырье. Требования предъявляемые к сырью.</p> | 2 |
| | Лекция 2. Общие вопросы химической технологии | <p>Термодинамические расчеты химико-технологических процессов. Экстенсивные (объем, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия и др.) и интенсивные (температура, давление и др.) термодинамические параметры и интенсификация ХТП. Равновесия в гомогенных и гетерогенных химико-технологических процессах. Изменение энергии Гиббса и направление протекания процесса. Методы теоретического расчета и экспериментального определения изменения энергии Гиббса.</p> <p>Качественная и количественная оценка подвижного химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия и равновесный выход продукта.</p> <p>Особенности исследования равновесия в гетерогенных технологических процессах.</p> | 4 |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | <p>Правило фаз и фазовые равновесия.</p> <p>Влияние давления, температуры, концентрации и других факторов на состояние химического равновесия. Расчет равновесия по термодинамическим данным.</p> <p>Основные принципы термодинамического анализа ХТП. Сущность эксергетического метода. Эксергетический баланс и эксергетический КПД.</p> <p>Использование законов химической кинетики при выборе технологического режима.</p> <p>Понятие химической и «технической» кинетики. Значение термодинамических, микро- и макрокинетических закономерностей для технологии.</p> <p>Факторы, определяющие скорость химико-технических процессов, протекающих в гомо- и гетерогенных средах. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности реагирующих фаз на скорость протекания технологических процессов.</p> <p>Основные формулы скорости ХТП. Кинетика элементарных (одностадийных) и неэлементарных (сложных) химических реакций. Константа (коэффициент) скорости. Влияние движущей силы на скорость технологических процессов.</p> | |
| | <p>Лекция 3. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ</p> | <p>Основы гидравлики. Физические свойства жидкостей. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практическое значение.</p> <p>Основные характеристики движения жидкости. Установившийся и неустановившийся потоки. Субстанциональная производная. Режим движения жидкости. Распределение скоростей и расход жидкости при установившемся ламинарном потоке. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Уравнение Бернулли и его практическое значение. Дифференциальные уравнения движения Навье-Стокса.</p> <p>Основы теории подобия. Условия и теоремы подобия. Метод анализа размерности. Гидродинамическое подобие. Подобное преобразование уравнений Навье-Стокса. Критерии гидродинамического подобия.</p> <p>Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Сопротивление трения. Местные сопротивления. Движение тел в вязких жидкостях. Сопротивление движению тел в вязких жидкостях. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Движение жидкостей</p> | 6 |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | через неподвижные зернистые и пористые слои. Гидравлика кипящего (псевдооживленного) зернистого слоя. | |
| | Лекция 4. ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ. | <p>Виды передачи тепла. Тепловые балансы. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности плоской и цилиндрической стенки.</p> <p>Конвективный теплообмен. Закон охлаждения Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Критерии теплового подобия.</p> <p>Теплопередача при постоянных температурах теплоносителя (плоская и цилиндрическая стенки). Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Уравнение теплопередачи (при прямотоке и противотоке теплоносителей). Выбор взаимного направления движения теплоносителей.</p> <p>Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Теплообмен лучеиспусканием между телами. Совместная передача тепла конвекцией и лучеиспусканием.</p> | 6 |
| | Лекция 5. МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ. | <p>Виды процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Фазовое равновесие. Материальный баланс процессов массопередачи. Рабочие линии. Молекулярная диффузия и конвективный перенос. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии.</p> <p>Механизм процессов массопереноса. Уравнение массоотдачи. Подobie процессов массообмена. Диффузионные критерии подобия. Уравнение массопередачи. Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Средняя движущая сила процессов массопередачи и методы ее расчета.</p> | 6 |
| | Лекция 6. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ. | <p>Классификация химических реакторов. Уравнение материального баланса реактора. Реакторы с различными режимами движения среды: идеального смешения (периодический и проточный), идеального вытеснения. Каскад реакторов идеального смешения.</p> <p>Уравнение теплового баланса реактора. Реакторы с различными тепловыми режимами: политермический, адиабатический, изотермический. Устойчивость теплового</p> | 2 |

| | | | |
|--|---|--|---|
| | | режима работы реактора. Параметрическая чувствительность. Сравнение эффективности работы реакторов. | |
| | Лекция 7 МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ | <p>Моделирование и модели. Способы моделирования. Понятие системы. Математическое описание системы и подходы к его созданию. Формулирование задачи оптимизации и методы ее решения. Классификация химико-технологических процессов с точки зрения постановки задачи оптимизации. Экономические критерии оптимальности.</p> <p>Математическая теория эксперимента. Пассивный и активный эксперимент. Предварительная обработка опытных данных. Планирование эксперимента. Оптимальные планы первого порядка. Полный и дробный факторный эксперимент. Композиционные планы второго порядка. Экспериментальный поиск оптимума.</p> | 0 |
| | Лекция 8. ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА Технология серной кислоты | <p>Технология серной кислоты. Сырьевая база сернокислотной промышленности. Виды серосодержащего сырья. Использование отходящих газов цветной металлургии и тепловых электростанций.</p> <p>Печное отделение современного сернокислотного завода. Физико-химические основы обжига серосодержащего сырья. Общая характеристика печей ВХЗ, ПО и КС. Материальный и тепловой баланс печного отделения для обжига колчедана.</p> <p>Очистка обжигового газа, физико-химические основы механического и электрического методов очистки. Очистное отделение современной контактной сернокислотной системы.</p> <p>Равновесные и кинетические закономерности процессов окисления SO_2 в SO_3 на катализаторах. Система двойного контактирования и двойной абсорбции.</p> <p>Катализаторы окисления SO_2 в SO_3. Ванадиевая контактная масса серии БАВ, СВД, ИК. Контактные аппараты с внутренним и внешним теплообменом.</p> <p>Физико-химические основы абсорбции серного ангидрида из газовой смеси. Моногидратный и олеумный абсорберы. Абсорбционное отделение сернокислотного завода.</p> <p>Контактная, схема производства серной</p> | 8 |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | кислоты как сложная химико-технологическая система. Пути интенсификации сернокислотного производства. Техничко-экономические показатели. | |
| | Лекция 9. Технология производство азотной кислоты | <p>Проблема связанного азота. Ключевое значение технологии связывания атмосферного азота в решении продовольственного вопроса.</p> <p>Способы получения азотоводородной смеси. Структура современного производства аммиака из природного газа. Гибкое использование гетерогенных катализаторов в многоступенчатой схеме приготовления и очистки АВС.</p> <p>Термодинамические и кинетические особенности процесса синтеза аммиака. Особенности циркуляционной схемы. Утилизация отходящих газов. Оценка потерь эксэргии и капитальных затрат.</p> <p>Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов селективного окисления аммиака. Промышленные катализаторы. Альтернативные варианты процессов конверсии аммиака.</p> <p>Структура и особенности технологической схемы производства разбавленной азотной кислоты. Промышленная реализация схемы $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$. Основы каталитического обезвреживания отходящих газов. Причины низкой эксэргетической эффективности производства азотной кислоты.</p> <p>Производство концентрированной азотной кислоты. Анализ диаграмм состояния $\text{H}_2\text{O}-\text{HNO}_3$ и $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{SO}_4-\text{HNO}_3$. Прямой (нитроолеумный) метод производства концентрированной азотной кислоты.</p> | 4 |
| | Лекция 10. Технология производство минеральных удобрений | <p>Физико-химические основы и технологическая схема производства нитрата аммония. Использование теплоты нейтрализации. Производство карбамида. Перспективы биотехнологии в решении проблемы фиксации азота.</p> <p>Производство фосфора и фосфорной кислоты. Выбор способа технологической переработки (кислотного, термического, гидротермического, плазмохимического) фосфатного минерального сырья.</p> <p>Экстракционная фосфорная кислота как основа производства минеральных удобрений. Электротермическое получение элементарного фосфора и термической фосфорной кислоты.</p> | 8 |

| | | | |
|--|---|--|----|
| | | Физико-химические основы разложения природных фосфатов серной, азотной и фосфорной кислотами. | |
| | Лекция 11. Промышленный органический синтез. | <p>Эволюция технологического оформления процесса каталитического крекинга: стационарный слой контактной массы, псевдосжиженный микросферный слой и движущийся слой гранулированного катализатора. Основные технологические параметры современных схем термокatalитического крекинга.</p> <p>Очистка и стабилизация нефтепродуктов. Щелочная, сернокислотная, адсорбционная и каталитическая очистка. Гидроочистка и очистка на селективных растворителях. Охрана окружающей среды при нефтепереработке. Основные группы исходных веществ (парафиновые, олефины, ацетилен, ароматические, окись углерода и синтез-газ), используемых в органическом синтезе.</p> | 1 |
| | Лекция 12. Синтез метанола. | <p>Аналогия функциональных схем получения азото-водородной смеси (для синтеза аммиака) и синтез-газа (для получения метанола). Физико-химические основы процесса. Применимость уравнения Темкина для анализа скорости синтеза метанола.</p> <p>Технологическая и функциональные схемы синтеза метанола. Конструктивные особенности колонны синтеза и контактных систем. Техно-экономические показатели агрегата с совмещенной насадкой колонны.</p> <p>Новые направления в развитии производства метанола: укрупнение мощности единичного оборудования, бесконверсионная переработка синтез-газа, совмещение синтеза метанола с производством других продуктов. Охрана окружающей среды в производстве метанола.</p> | 2 |
| | Лекция 13. Гидратация этилена | Основной промышленный способ производства этанола. Физико-химические основы и технологические схемы процессов. Техно-экономические показатели обеих схем получения этилового спирта. | 2 |
| | Всего | | 51 |

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

Наименование тем семинарских работ

| № п/п | Наименование темы | Содержание темы | Объем в часах |
|-------|---|-----------------------|---------------|
| | <p>Решение задач по темам:</p> <p>Общие вопросы химической технологии</p> <p>ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ</p> <p>ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ.</p> <p>МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ</p> <p>ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ.</p> <p>Технология серной кислоты</p> <p>Технология производство азотной кислоты</p> <p>Технология производство минеральных удобрений</p> <p>Промышленный органический синтез</p> <p>Синтез метанола.</p> <p>Гидратация этилена</p> | Примеры решения задач | 34 |

Таблица 5. Лабораторные работы

| № п/п | Наименование темы | Содержание темы | Объем в часах |
|-------|---|---|---------------|
| | <p>лабораторная работа №1</p> <p>Составление материальных и тепловых балансов.</p> <p>Лабораторная работа №2</p> <p>Анализ серосодержащего сырья</p> | <p>Экономические показатели эффективности химического производства. Техничко-экономические особенности химической промышленности. Структура затрат на производство и реализацию продукции. Себестоимость продукции, прибыль и ценообразование. Оценка эффективности инвестиционных проектов</p> <p>Общие сведения об основных</p> | 102 |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>источниках промышленных отходов и выбросов, их воздействии на окружающую среду. Утилизация отходов и переработка вторичного сырья. Методы обогащения природного минерального сырья. Флотационное обогащение каменного угля или медной сульфидной руды.</p> <p>Флотационные реагенты: собиратели, активизаторы, пенообразователи, подавители, регуляторы и др. Наиболее часто применяемые флотореагенты - органические кислоты, продукты окисления парафинов (карбоновые и оксикислоты), углеводородные продукты нефтепереработки, ксантогенаты.</p> <p>Оценка эффективности флотационного обогащения минерального сырья: определение выхода концентрата, степени извлечения и степени концентрации.</p> <p>Схема математической обработки результатов исследований флотационных процессов.</p> <p>Общая характеристика глиноземного сырья. Качественный и количественный состав, классификация бокситов.</p> <p>ГОСТы (14657.10-72 и 14657.1-69) для определения влажности и потери при прокаливании бокситов.</p> <p>Методы определения содержания в бокситах двуокси кремния, суммы полуторных ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$) окислов. Раздельное определение содержания оксидов железа и алюминия</p> <p>Контроль производства серной кислоты. Анализ технической серной кислоты. Состав купоросного масла, олеума, башенной кислоты и серной</p> | |
| | Лабораторная работа №3 Анализ бокситов | | |
| | Лабораторная работа №4 Анализ природных бентонитовых глин КБР | | |
| | Лабораторная работа №5 Экспресс-анализ технической серной кислоты | | |
| | Лабораторная работа №6 Анализ смеси серной и фосфорной кислот | | |
| | Лабораторная работа №7 Анализ воды и ее умягчение методом | | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | ионного обмена или известково-содовым методом | <p>кислоты, получаемых при регенерации отработанных кислот в процессе нитрования, концентрирования разбавленной азотной кислоты и др</p> <p>Технологические процессы, связанные с исследованием смеси фосфорной и серной кислот: экстракционное получение фосфорной кислоты и производство простого суперфосфата по методу непрерывного смешения природного фосфатного сырья и серной кислоты.</p> <p>Титрометрическое и гравиметрическое определение содержания фосфорной и серной кислот. Прямое определение соотношения содержания кислот в суперфосфатной кислоте</p> <p>Вода в химической промышленности (реагент, реакционная среда, универсальный растворитель, теплоноситель, хладоагент и др.).</p> <p>Классификация и общая характеристика природных и промышленных вод.</p> <p>Промышленная водоподготовка: осветление, обеззараживание, стабилизация, умягчение, опреснение, обессоливание, обезжиривание, обескремнивание, дегазация. Жесткость воды и ее устранение.</p> | |
|--|---|--|--|

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

| № Раздела | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение | Кол-во часов |
|--------------|---|-----------------|
| | Экономические показатели эффективности химического производства. Техничко-экономические особенности химической промышленности. Структура затрат на производство и реализацию продукции. Себестоимость продукции, прибыль и ценообразование. | 173 |

| | | |
|--|---|-----|
| | Оценка эффективности инвестиционных проектов | |
| | Флотационные реагенты: собиратели, активизаторы, пенообразователи, подавители, регуляторы и др. Наиболее часто применяемые флотореагенты - органические кислоты, продукты окисления парафинов (карбоновые и оксикислоты), углеводородные продукты нефтепереработки, ксантогенаты. | |
| | Оценка эффективности флотационного обогащения минерального сырья: определение выхода концентрата, степени извлечения и степени концентрации | |
| | Моделирование и оптимизация – основные понятия | |
| | Всего: | 173 |

Курсовые работы в 5 семестре

5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация**.

Оценочные материалы для текущего контроля. Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Оценочные материалы для рубежного контроля. Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику**.

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

| №п/п | Вид контроля | Сумма баллов | | | |
|------|---|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Общая сумма | 1-я точка | 2-я точка | 3-я точка |
| 1- | Посещение занятий | до 10 баллов | до 3 б. | до 3б. | до 4б. |
| 2- | Текущий контроль: | до 30 баллов | до 10 б. | до 10 б. | до 10 б. |
| | Ответ на 5 вопросов | от 0 до 15 б. | от 0 до 5 б. | от 0 до 5 б. | от 0 до 5 б. |
| | Полный правильный ответ | до 15 баллов | 5 б. | 5 б. | 5 б. |
| | Неполный правильный ответ | от 3 до 15 б. | от 1 до 5 б. | от 1 до 5 б. | от 1 до 5 б. |
| | Ответ, содержащий неточности, ошибки | 0б. | 0б. | 0б. | 0б. |
| | Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад, эссе) | от 0 до 15 б. | от 0 до 5 б. | от 0 до 5 б. | от 0 до 5 б. |
| 1. | Рубежный контроль | до 30 баллов | до 10 б. | до 10 б. | до 10 б. |
| | тестирование | от 0- до 12б. | от 0- до 4б. | от 0- до 4б. | от 0- до 4б. |

| | | | | | |
|--|--|---------------------------|----------------|---------------|---------------|
| | коллоквиум | от 0 до 18б. | от 0 до 6 б. | от 0 до 6 б. | от 0 до 6 б. |
| | Итого сумма текущего и рубежного контроля | до 70баллов | до 23б. | до 23б | до 24б |
| | Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно» | не менее 36 б. | не менее 12 б. | не менее 12 б | не менее 12 б |
| | Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо» | менее 70 б. (51-69 б.) | менее 23 б | менее 23 б | менее 24б |
| | Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично» | не менее 70 б. | не менее 23 б. | не менее 23 б | не менее 24б |

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течения учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Синтез полимеров» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов, эссе, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Синтез полимеров» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

- программные вопросы самоподготовки. Представляют собой короткие задания в тестовом виде (вопрос-ответ). Проверяются знания текущего материала: уравнения, формулировки законов, основные понятия и определения. Самостоятельные работы проводятся на лабораторных занятиях в течение 5-10 минут.

- вопросы к коллоквиумам. Представляют собой задания по темам курса. Проверяются знания теоретического лекционного материала, тем, вынесенных на самостоятельную проработку, знание и понимание методик проведения экспериментальных исследований, умения применять теоретические знания для конкретных реакций и процессов. Опросы проводятся на лабораторных занятиях.

- вопросы к контрольным работам. Представляют перечень вопросов по основным разделам курса. Проверяется степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенных умений на репродуктивном и продуктивном уровне.

- вопросы к зачету. Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить усвоения теоретических и практических знаний, приобретенных умений на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Предмет и задачи химической технологии. Важнейшие направления развития химической техники и технологии. Химическая промышленность и проблемы жизнеобеспечения.

Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Место химической промышленности в народнохозяйственном комплексе страны.

Химико-технологический процесс (ХТП) и его содержание. Лимитирующие стадии. Процессы, протекающие в кинетической, диффузионной и переходной областях.

Технологические критерии эффективности функционирования химико-технологического процесса.

Основные технологические понятия и определения: производительность, мощность, интенсивность, расходные коэффициенты, степень превращения, выход продукта, селективность (интегральная и дифференциальная).

Классификация основных процессов химической технологии. Гидромеханические, массообменные (диффузионные), тепловые, химические и механические процессы.

Кинетические закономерности основных процессов химической технологии. Понятие движущей силы ХТП.

Организационно-техническая структура основных процессов химической технологии. Периодические, непрерывные и полунепрерывные ХТП. Продолжительность, период и степень непрерывности.

Схемы движения материальных и энергетических потоков. Прямоточные, противоточные и перекрестные процессы.

Гомогенные и гетерогенные ХТП. Стационарные (установившиеся) и нестационарные (неустановившиеся) процессы.

Задачи и основные стадии научно-исследовательской, опытно-производственной и проектной работы в химической промышленности. Особенности изучения промышленных химико-технологических процессов по сравнению с лабораторными исследованиями.

Общие вопросы химической технологии

Термодинамические расчеты химико-технологических процессов. Экстенсивные (объем, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия и др.) и интенсивные (температура, давление и др.) термодинамические параметры и интенсификация ХТП. Равновесия в гомогенных и гетерогенных химико-технологических процессах. Изменение энергии Гиббса и направление протекания процесса. Методы теоретического расчета и экспериментального определения изменения энергии Гиббса.

Качественная и количественная оценка подвижного химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия и равновесный выход продукта.

Особенности исследования равновесия в гетерогенных технологических процессах. Правило фаз и фазовые равновесия.

Влияние давления, температуры, концентрации и других факторов на состояние химического равновесия. Расчет равновесия по термодинамическим данным.

Основные принципы термодинамического анализа ХТП. Сущность эксергетического метода. Эксергетический баланс и эксергетический КПД.

Использование законов химической кинетики при выборе технологического режима.

Понятие химической и «технической» кинетики. Значение термодинамических, микро- и макрокинетических закономерностей для технологии.

Факторы, определяющие скорость химико-технических процессов, протекающих в гомо- и гетерогенных средах. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности реагирующих фаз на скорость протекания технологических процессов.

Основные формулы скорости ХТП. Кинетика элементарных (одностадийных) и неэлементарных (сложных) химических реакций. Константа (коэффициент) скорости. Влияние движущей силы на скорость технологических процессов.

Технологические приемы ускорения (замедления) реакций. Экономические и технологические факторы, ограничивающие применение высоких температур и давлений как средств регулирования скорости ХТП.

Влияние гидродинамической обстановки и турбулентности реагирующей смеси на скорость технологических процессов.

Промышленный катализ. Производственные процессы с применением твердых, жидких и газообразных катализаторов. Особенности аппаратного оформления каталитических процессов. Биокатализаторы и иммобилизованные ферменты.

Сырьевая база химической промышленности. Задачи стандартизации, кондиционирования и обогащения сырья.

Сущность комплексного и рационального использования сырьевых ресурсов. Принципы организации малоотходных и безотходных технологических схем. Вторичное сырье и его переработка.

Фундаментальные критерии эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов.

Виды и источники энергии, используемые в химических производственных процессах. Сопоставление масштабов изменения различных форм энергии в типовых процессах химической технологии.

Термодинамическая шкала качества тепловой энергии. Уравнения баланса энтропии; рост энтропии в технологическом процессе. Энерготехнологические схемы и их сущность.

Химическая технология и материаловедение. Современная систематика конструкционных материалов по составу, свойствам и функциональному назначению.

Функциональные материалы в химической технологии: катализаторы, абсорбенты, мембраны, фильтрующие составы, сенсоры, электроды и т.п. Металлические и неметаллические материалы, особенности их защиты от коррозии.

Современное химическое производство как сложная система. Постановка общей задачи разработки и создания химико-технологических систем (ХТС). Принципы и общая стратегия системного подхода.

Основные понятия и определения системного анализа ХТС. Классификация моделей ХТС. Типы технологических связей.

Структурная иерархия технологических систем. Математические модели ХТС. Задачи синтеза, анализа и оптимизации моделей ХТС. Проблемы, возникающие при разработке и эксплуатации агрегатов большой единичной мощности. Надежность ХТС.

Экономические показатели эффективности химического производства. Техно-экономические особенности химической промышленности. Структура затрат на производство и реализацию продукции. Себестоимость продукции, прибыль и ценообразование. Оценка эффективности инвестиционных проектов.

Теоретические основы химической технологии

Макроскопическая теория физико-химических явлений - теоретическая база химической технологии. Важнейшие макроскопические параметры, характеризующие перенос и превращение вещества, импульса и энергии в распределяемых неравновесных системах.

Обобщенная форма дифференциальных уравнений баланса, связывающих функции плотности, потока и источника субстанции. Классические законы пропорциональности кондуктивных потоков химического компонента, импульса и теплоты градиентов концентрации, скорости и температуры.

Характеристика коэффициентов переноса в различных средах. Конкретные формы дифференциальных уравнений баланса вещества, импульса и энергии.

Элементы механики жидкостей и газов. Важнейшие физические свойства «идеальных» и «реальных» жидкостей, относящиеся к процессам химической технологии.

Элементы гидромеханики и технической гидравлики. Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости. Основные уравнения гидростатики и закон Паскаля.

Режимы движения жидкости. Критерий гидродинамического подобия Рейнольдса. Течение сплошной среды в гладкостенных каналах.

Основы гидрокинематики и гидродинамики, уравнение Бернулли. Материальный баланс гидромеханических процессов.

Движущая сила гидромеханических процессов. Насосы, насосная установка, компрессорные машины. Методы смешения фаз и разведения гетерогенных смесей.

Тепловые процессы в химической технологии. Общая характеристика процессов теплообмена. Основное уравнение теплопередачи.

Уравнения теплопроводности плоской и цилиндрической стенки. Коэффициент теплопередачи и движущая сила тепловых процессов.

Способы теплопередачи: теплопроводность (закон Фурье), конвекция (закон охлаждения Ньютона) и тепловое излучение (расчетная форма законов Стефана-Больцмана).

Температурное поле и температурный градиент. Коэффициенты теплопереноса: полуэмпирические критериальные соотношения. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния. Теплообмен с зернистыми материалами и насадками.

Важнейшие тепловые процессы (нагревание, охлаждение, конденсация и испарение) в химической технологии. Выпаривание (частный случай испарения) как метод концентрирования растворов твердых нелетучих веществ. Пути интенсификации процессов теплообмена и повышения их термодинамической эффективности.

Общая характеристика теплообменных аппаратов. Рекуперативные, регенеративные и смешительные теплообменные аппараты.

Общие сведения о массообменных процессах. Место массопереноса в общей технологической схеме. Основные принципы массообменных процессов в системах *газ-жидкость*, *жидкость-жидкость*, *газ-твердое тело* и *жидкость-твердое тело*.

Равновесные, кинетические и механические факторы в организации процессов межфазного массообмена. Материальный баланс. Рабочие линии. Движущая сила массопередачи.

Основные способы массопередачи: молекулярная диффузия (уравнения Фика), конвективный перенос. Модифицированные уравнения массопередачи. Системы с твердой фазой. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии.

Подобие процессов массопередачи. Критерии подобия диффузионного массопереноса. Средняя движущая сила и методы расчета массообменных процессов. Аналогия стационарных массообменных процессов с тепловыми.

Абсорбция. Физические основы. Равновесие в системе *газ-жидкость*. Материальный и тепловой баланс абсорбционных процессов, их кинетические закономерности.

Аппаратурное оформление абсорбционных процессов. Математическое моделирование нестационарных процессов адсорбции в колонках с неподвижным слоем сорбента. Описание внутридиффузионного режима сорбции (десорбции) вещества в пористых гранулах адсорбента. Принципиальные схемы абсорбции. Критерии построения оптимальных сорбционно-десорбционных циклов.

Перегонка жидкостей. Общие сведения о простой перегонке (дистилляции) и ректификации. Характеристика двухфазных систем жидкость-пар. Фазовое равновесие и классификация бинарных систем.

Аппаратурное оформление и моделирование процессов разведения жидких смесей методом ректификации. Глубина разделения и производительность ректификационной колонны. Основные источники энергозатрат при ректификации и пути их снижения.

Процессы мембранного разделения смесей веществ. Сущность и кинетические особенности мембранной технологии. Равновесные и кинетические факторы, определяющие эффективность мембранного разделения.

Иерархическая структура современных мембранных материалов. Теоретическая минимальная работа разведения. Мембранные аппараты; многоступенчатые каскады разделительных модулей.

Моделирование химико-технологических процессов. Значение и взаимосвязь теоретических и экспериментальных методов исследования. Моделирование как средство сокращения сроков перехода от лабораторных исследований к проектным разработкам.

Теория подобия как основа моделирования химико-технологических процессов и реакторов. Виды подобия и классификация моделей (символические, реальные и мысленные).

Виды моделирования в химической технологии. Области применения и ограничения использования физического моделирования. Модель механического подобия. Критерий Ньютона.

Сущность и основные этапы математического моделирования: построение математической модели, создание алгоритма, установление адекватности модели и реального процесса. Преимущества математического моделирования на электронно-вычислительных машинах.

Общие сведения о химических реакторах. Классификация реакторов и режимов их работы. Требования, предъявляемые к химическим реакторам. Уравнения материального баланса для элементарного объема проточного реактора.

Гидродинамическая обстановка, организационно-техническая структура, условия теплообмена, фазовый состав реакционной смеси и конструктивные особенности химических реакторов.

Математическое моделирование химических реакторов и протекающих в них химических процессов. Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме.

Реакторы идеального смешения (РИС) периодического (РИС-П) и непрерывного (РИС-Н) действия; их математические модели. Характеристические уравнения периодических и непрерывных реакторов в стационарном режиме.

Реакторы идеального вытеснения (РИВ). Математическое описание трубчатого реактора в нестационарном режиме. Профили линейных скоростей потока в ламинарном, развитом турбулентном и поршневом режимах течения жидкой реакционной смеси в проточных трубчатых реакторах.

Сравнение эффективности работы проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения. Факторы, ограничивающие применение аппаратов, работающих в режиме, близком к идеальному вытеснению.

Каскад реакторов идеального смешения. Математическая модель каскада. Аналитические и численные методы расчета каскада. Секционные реакторы с перемешиванием.

Химические реакторы с неидеальной структурой гидродинамической обстановки. Причины отклонений от идеальности в проточных реакторах.

Модели реакторов с неидеальной структурой потоков реакционной смеси. Однопараметрические ячеечная и диффузионная модели.

Производственные процессы

Статические и прогнозные данные о сырьевом и энергетическом обеспечении современных крупномасштабных химических производств. Сведения о мировом и отечественном производстве важнейших групп химических продуктов в тоннажном и стоимостном выражении.

Общие сведения об основных источниках промышленных отходов и выбросов, их воздействии на окружающую среду. Утилизация отходов и переработка вторичного сырья.

Многовариантность и сложность решения задачи синтеза и оптимизации технологической схемы современного крупного химического производства. Принцип многостадийности химической переработки исходного сырья в конечные (целевые) продукты.

Оптимальное варьирование способов ввода реагентов в реакционную зону и вывода продуктов из нее. Структурная организация процессов теплообмена и вспомогательных потоков теплоносителей в современных технологических системах.

Подсистемы контроля и управления технологическими процессами. Виды технологического анализа на химических предприятиях.

Перспективы использования суперкомпьютеров для анализа динамического поведения многоступенчатых технологических систем и оптимального управления действующими химическими производствами.

Технология серной кислоты. Сырьевая база сернокислотной промышленности. Виды серосодержащего сырья. Использование отходящих газов цветной металлургии и тепловых электростанций.

Печное отделение современного сернокислотного завода. Физико-химические основы обжига серосодержащего сырья. Общая характеристика печей ВХЗ, ПО и КС. Материальный и тепловой баланс печного отделения для обжига колчедана.

Очистка обжигового газа, физико-химические основы механического и электрического методов очистки. Очистное отделение современной контактной сернокислотной системы.

Равновесные и кинетические закономерности процессов окисления 8O_2 в 3O_3 на катализаторах. Система двойного контактирования и двойной абсорбции.

Катализаторы окисления 5O_2 в 5O_3 . Ванадиевая контактная масса серии БАВ, СВД, ИК. Контактные аппараты с внутренним и внешним теплообменом.

Физико-химические основы абсорбции серного ангидрида из газовой смеси. Моногидратный и олеумный абсорберы. Абсорбционное отделение сернокислотного завода.

Контактная, схема производства серной кислоты как сложная химико-технологическая система. Пути интенсификации сернокислотного производства. Технико-экономические показатели.

Проблема связанного азота. Ключевое значение технологии связывания атмосферного азота в решении продовольственного вопроса.

Способы получения азотоводородной смеси. Структура современного производства аммиака из природного газа. Гибкое использование гетерогенных катализаторов в многоступенчатой схеме приготовления и очистки АВС.

Термодинамические и кинетические особенности процесса синтеза аммиака. Особенности циркуляционной схемы. Утилизация отходящих газов. Оценка потерь эксэргии и капитальных затрат.

Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов селективного окисления аммиака. Промышленные катализаторы. Альтернативные варианты процессов конверсии аммиака.

Структура и особенности технологической схемы производства разбавленной азотной кислоты. Промышленная реализация схемы $\text{MO} \rightarrow \text{MO}_2 \rightarrow \text{HГMO}_3$. Основы каталитического обезвреживания отходящих газов. Причины низкой эксэргетической эффективности производства азотной кислоты.

Производство концентрированной азотной кислоты. Анализ диаграмм состояния H_2O - HNO_3 и H_2O - H_2SO_4 - HNO_3 . Прямой (нитроолеумный) метод производства концентрированной азотной кислоты.

Физико-химические основы и технологическая схема производства нитрата аммония. Использование теплоты нейтрализации. Производство карбамида. Перспективы биотехнологии в решении проблемы фиксации азота.

Производство фосфора и фосфорной кислоты. Выбор способа технологической переработки (кислотного, термического, гидротермического, плазмохимического) фосфатного минерального сырья.

Экстракционная фосфорная кислота как основа производства минеральных удобрений. Электротермическое получение элементарного фосфора и термической фосфорной кислоты.

Физико-химические основы разложения природных фосфатов серной, азотной и фосфорной кислотами. Политермический анализ фазовых равновесий в растворах

многокомпонентных систем - основа выбора технологических параметров процесса комплексной переработки апатита. Дегидратный, полигидратный и ангидритный способы разложения.

Совершенствование аппаратного оформления кислотного разложения природных фосфатов: переход от каскада реакторов с перемешиванием к лабиринтному типу непрерывного экстрактора. Состав и концентрация образующейся фосфорной кислоты в зависимости от температурного режима и способа разложения апатита. Баланс по фтору в производстве фосфорной кислоты и удобрений.

Основные направления применения электрохимических производств. Первичные и вторичные химические источники электроэнергии. Преимущества электрохимических производств перед химическими.

Теоретические основы электролиза водных растворов и расплавленных сред. Выход по току, коэффициент использования энергии и баланс напряжений.

Электрохимическое производство хлора и каустической соды. Основные стадии процесса приготовления и очистки рассола. Электролиз водных растворов хлорида натрия.

Типы промышленных электролитических ванн. Электролизеры с твердым стальным катодом и фильтрующей диафрагмой, реакторы для разложения амальгамы - электролизер с ртутным катодом.

Сравнительный анализ тепловых потоков и потоков энергии в различных технологических схемах производства хлора и едкого натрия. Экологические и санитарно-гигиенические аспекты электрохимических и электротермических производств.

Энергетические проблемы химической технологии. Мировые запасы твердых, жидких и газообразных видов топлива. Динамика роста потребления различных видов энергоносителей.

Общая характеристика нефти (углеводородный состав, сорта, свойства) и нефтепродуктов (фракционный состав, диэлектрические свойства, химическая стабильность и др.), подготовка нефти к переработке.

Первичные (физические) методы переработки нефти. Прямая перегонка нефти. Состав и характеристика дистиллятов. Атмосферные и атмосферно-вакуумные установки для прямой перегонки. Очистка продуктов прямой перегонки от сернистых и кислородных примесей.

Вторичные (физико-химические) методы переработки нефти и нефтепродуктов. Технологический режим и принципиальная схема термического крекинга с высокой реакционной камерой. Аппаратурное оформление процесса. Характеристика бензинов термического крекинга.

Глубокие деструктивные процессы распада углеводородов, протекающие при термокаталитическом крекинге. Каталитический крекинг - важнейший многотоннажный технологический процесс переработки нефтяных фракций. Типы контактных аппаратов. Свойства бензинов термокаталитического крекинга.

Контактные массы для каталитического крекинга. Алумосиликатные катализаторы (от природных глин до цеолитсодержащих синтетических). Новые модифицированные и ультрастабилизированные микросферные катализаторы.

Эволюция технологического оформления процесса каталитического крекинга: стационарный слой контактной массы, псевдосжиженный микросферный слой и движущийся слой гранулированного катализатора. Основные технологические параметры современных схем термокаталитического крекинга.

Очистка и стабилизация нефтепродуктов. Щелочная, сернокислотная, адсорбционная и каталитическая очистка. Гидроочистка и очистка на селективных растворителях. Охрана окружающей среды при нефтепереработке.

Промышленный органический синтез. Основные группы исходных веществ (парафиновые, олефины, ацетилен, ароматические, окись углерода и синтез-газ), используемых в органическом синтезе.

Типовые процессы большого органического синтеза: окисление и восстановление, гидрирование и дегидрирование, гидратация и дегидратация, гидролиз, алкилирование, конденсация, полимеризация, этерификация, нитрование, галогенирование, сульфирование и т.п. Отличительные особенности процессов промышленного органического синтеза.

Синтезы на основе окиси углерода и водорода. Работы Сабатье, Орлова, Фишера и Тропша. Синтезы алканов (до синтетического бензина), алкенов, кислородсодержащих соединений..

Синтез метанола. Аналогия функциональных схем получения азотово-дородной смеси (для синтеза аммиака) и синтез-газа (для получения метанола). Физико-химические основы процесса. Применимость уравнения Темкина для анализа скорости синтеза метанола.

Технологическая и функциональные схемы синтеза метанола. Конструктивные особенности колонны синтеза и контактных систем. Техничко-экономические показатели агрегата с совмещенной насадкой колонны.

Новые направления в развитии производства метанола: укрупнение мощности единичного оборудования, бесконверсионная переработка синтез-газа, совмещение синтеза метанола с производством других продуктов. Охрана окружающей среды в производстве метанола.

Гидратация этилена (сернокислотная и прямая каталитическая) - основной промышленный способ производства этанола. Физико-химические основы и технологические схемы процессов. Техничко-экономические показатели обеих схем получения этилового спирта.

Производство высокомолекулярных соединений (ВМС). Сырьевая база, состав и основные свойства ВМС. Полимеризационные и поликонденсационные полимеры, их особенности. Термопластичные и терморективные полимеры.

Промышленное получение полиэтиленов (ПЭ) низкой (ПЭНП) и высокой (ПЭВП) плотности. Особенности технологической схемы радикальной полимеризации этилена при различных давлениях в газовой фазе на окисных и Цигле-ра-Натта катализаторах в аппаратах с псевдоожиженным слоем.

Химическая модификация как метод промышленного получения полиэтиленов с новыми эксплуатационными свойствами. Хлорированный и хлор-сульфированный полиэтилены. Технология переработки и области применения ПЭ и изделий из него. Экологические аспекты производства и переработки полиэтиленов

Коллоквиумы и тестовые задания

| Тематика коллоквиумов | Сроки проведения (Согласно календарному плану проведения контрольных и тестовых заданий деканата.) |
|--|---|
| Общие вопросы химической технологии ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ | I |
| ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ. МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ. | II, III |
| Технология серной кислоты Технология производство азотной кислоты Технология производство минеральных удобрений | I, II, III |

Контроль знаний с использованием тестовых заданий

| Тематика тестовых заданий | Сроки проведения (Согласно календарному плану проведения контрольных и тестовых заданий деканата, тесты имеются в банке данных ИВЦ КБГУ) |
|--|---|
| Общие вопросы химической технологии ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ. МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ. | |

| | |
|---|--|
| Технология серной кислоты Технология производство азотной кислоты Технология производство минеральных удобрений Промышленный органический синтез Синтез метанола. Гидратация этилена | |
|---|--|

Методические рекомендации для преподавателя

Лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель закладка фундамента для последующего усвоения студентами материала методом самостоятельной работы. Содержание лекций должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- Изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- Логичность, чёткость и ясность в изложении материала;
- Возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- Опора смысловой части лекции на подлинные факты, явления;
- Тесная связь излагаемого материала и выводов с будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель читающий лекционные курсы должен использовать существующие в педагогической науке варианты лекций и находить их место в структуре процесса обучения учитывая дидактические и воспитательные возможности.

При чтении лекций важно помнить, что основная информация передаётся через интонацию. Учитывать, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20 минутах, второй – на 30-35 минутах. Лектор должен исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов отличаются по готовности и умению.

Поэтому, отличие от лекции (традиционной), осуществляющей обучение на уровне общей ориентировки в предмете и методологии изучаемой науки и обеспечивающей усвоение материала в лучшем случае через его воспроизведение, лабораторный практикум, как и самостоятельная работа, обеспечивают усвоение *на более высоком уровне*.

Другое существенное отличие практических занятий от лекционных заключается в преобладании *собственной активной и познавательной деятельности учащихся*, которая в меньшей степени направляется преподавателем.

Лабораторные занятия в высшей школе предназначены для углубленного изучения теоретических вопросов изучаемой дисциплины и овладения современными экспериментальными методами науки. Эксперимент в высшей школе отличается от лабораторного практикума в высшей школе значительным *сближением методов обучения с методами изучаемой науки*.

Задача лабораторного практикума не ограничивается тем, чтобы разъяснить содержание программного материала, которое должны усвоить студенты, приобретение системы знаний должно сопровождаться умственным развитием обучающихся. Это, как

известно, две стороны единого учебного процесса: умственное развитие осуществляется в процессе активной работы мысли над материалом, доставляемым содержанием предмета; успешное приобретение новых знаний во многом зависит от достигнутого уровня развития. Поэтому в задачу преподавателя входит такое изложение, которое вовлекало бы обучающихся в умственную переработку сообщаемого материала, развивало бы у них умение наблюдать явления и делать выводы, сравнивать и обобщать, производить операции анализа и синтеза, осуществлять индуктивные и дедуктивные, умозаключения и т. д.

Лабораторные занятия должны быть оснащены соответствующим оборудованием, приборами, химической посудой и реактивами.

На лабораторных занятиях студентов необходимо научить: правильно использовать химическую посуду, уметь описывать наблюдаемые опыты, составлять таблицы, строить графики, находить графически различные параметры и делать выводы. Краткая структура лабораторных занятий следующая: переключки 2 мин. Устный опрос 10-15 мин. Выполнение эксперимента 40-45 мин. Расчёты графики выводы 20-25 мин. Защита работы 10-15 мин. В зависимости от длительности эксперимента структура занятий может быть иной

Необходимо развивать различные формы самостоятельной работы студентов и постоянно обучать их методам такой работы. Задание на самостоятельную работу студенты должны получать в начале семестра, определив сроки их выполнения и сдачи. Основным методом проведения самостоятельной работы студента являются работа с текстом специальной литературы – учебниками, брошюрами, специализированными журналами. Формами организации контроля над самостоятельной работой студента осуществляется с помощью коллоквиума, тестирования.

В начале семестра студенты должны получить тематические планы лекций, лабораторных занятий и контролируемой самостоятельной работы. В плане лабораторного занятия имеются вопросы, выносимые на каждое лабораторное занятие для выполнения экспериментальной части и проведения опроса с указанием необходимой литературы. В плане контролируемой самостоятельной работы студентов указываются вопросы, выносимые на контроль, необходимая литература для выполнения этой работы и даты проведения КСРС.

Методические указания для студентов.

Студент должен иметь лекционную тетрадь, тетрадь для лабораторных занятий и тетрадь для самостоятельной работы по данной дисциплине.

Студент посещает лекции и записывает основные понятия, законы, формулы, уравнения реакций и другую необходимую информацию.

На лабораторных занятиях студент участвует в проведении опытов, которые предусмотрены планом лабораторных занятий. В лабораторной тетради описываются результаты опытов: делаются подробные расчёты, графики, записываются уравнения реакций и выводы. В конце занятия студент должен показать преподавателю лабораторную тетрадь с результатами эксперимента и защитить работу.

В зависимости от хода экспериментальной работы, студенты вначале или в конце лабораторного занятия опрашиваются (текущий контроль). Текущий контроль

осуществляется по вопросам, выносимым на лабораторное занятие (план лабораторных занятий).

Для выполнения самостоятельной работы под руководством преподавателя студенты отвечают на вопросы и получают необходимую консультацию по интересующим их вопросам.

На кафедре достаточное количество методических изданий для подготовки студентов к лабораторным занятиям, тестированию, рубежному контролю и экзамену.

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных

заданий и поручений. Это может быть написание доклада, эссе, реферата (с последующим их обсуждением), коллоквиум.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа (по В.И. Далу «самостоятельный – человек, имеющий свои твердые убеждения») осуществляется при всех формах обучения: очной и заочной.

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания

предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.
2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:
 - медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
 - выделить ключевые слова в тексте;
 - постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

Методические рекомендации для подготовки к экзамену:

Экзамен является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой К экзамену

допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 45 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала.

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная

самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «УРФА» в VIII семестре является экзамен.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2. В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знание основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится три раза в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

Промежуточная аттестация (зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам (60 – текущая оценка в семестре, 40 – промежуточная аттестация в конце семестра).

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Самоконтроль зависит от определенных качеств личности, ответственности за результаты своего обучения, заинтересованности в положительной оценке своего труда, материальных и моральных стимулов, от того насколько обучаемый мотивирован в достижении наилучших результатов. Задача преподавателя состоит в том, чтобы создать условия для выполнения самостоятельной работы (учебно-методическое обеспечение), правильно использовать различные стимулы для реализации этой работы (рейтинговая система), повышать ее значимость и грамотно осуществлять контроль самостоятельной деятельности студента (фонд оценочных средств).

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

«отлично» (___ баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

«хорошо» (___ балла) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

«удовлетворительно» (___ баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых

ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

«неудовлетворительно» (___ баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

Организация контролируемой самостоятельной работы студентов (КСРС)

Из всего объема самостоятельной работы студентов предусмотренных учебным планом не менее 50-70% общего количества часов должно соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике. Задания для самостоятельной работы, включаемые в программу КСРС, составляются по разделам и темам, по которым требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Основные образовательные технологии

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии: по организационным формам: лекции, практические занятия, индивидуальные занятия, контрольные работы; по преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ- демонстрация учебного материала и др.) и проблемные, поисковые, решение учебных задач и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (деловые игры, взаимное обучение в форме подготовки и др.); информационные, компьютерные, мультимедийные (работа с источниками сайтов академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др.).

| Результаты обучения (компетенции) | Основные показатели оценки результатов обучения (индикаторы достижения): | Вид оценочного материала |
|---|--|---|
| <p>ОПК-4.1 Использует технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции</p> <p>ОПК-4.2 Осуществляет контроль за изменением параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p> | <p>Владеет: Навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования</p> <p>Умеет: пользоваться базовой терминологией, относящаяся к основным процессам и аппаратам химической технологии; работать со справочной литературой – таблицами, расчетными диаграммами и номограммами, которые предназначены для обработки результатов лабораторных работ, а также для решения технологических задач</p> <p>решить типовую задачу в общем виде, имея общие закономерности ХТ к конкретным химическим процессам, которые являются новыми на химических производствах; делировать химико-технологические процессы с</p> | <p>Устный опрос на практических занятиях</p> <p>Проверка выполняемых работ</p> <p>Защита выполняемых работ</p> <p>экзамен</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>целью их расчета и оптимизации</p> <p>Знает: основные технологические критерии эффективности химико-технологического процесса и их математическое выражение; нормативные документы по охране труда (ГОСТы) и трудового законодательства для выявления и устранения неполадок.</p> | |
|--|---|--|

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Карта обеспеченности литературой по дисциплине

| №/№ | Автор, название, место издание, из-во, год издание и т.д. | |
|---------------------------|--|--|
| | Интернет ресурс | |
| 1 | Бесков В.С. Общая химическая технология . Учебник для вузов - М.: Академкнига, 2005. - 452 с. Для студентов и аспирантов химико-технологических специальностей химико-технологических высших учебных заведений. http://chemistrychemists.com/forum/ | |
| 2 | Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. <i>(гриф Минобразования. - 125 экземпляров)</i> | |
| 3 | Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 2004. 752с. <i>(Гриф: Министерство высшего и среднего специального образования СССР. – 73экз.)</i> | |
| 4 | Основы химической технологии / И.П. Мухленов, А.Е. Горштейн, Е.С. Тумаркина/ Под ред. И.П. Мухлснова. — М.: Высшая школа, 1991. — 463 с. | |
| 5 | Соколов Р.С. Химическая технология: В 2-х т. - М.: ВЛ АДАС, 2000. - 816 с. | |
| 6 | Практикум по общей химической технологии / Под ред. И.П. Мухленова. - М.: Высшая школа, 1990. -415 с. | |
| Дополнительная литература | | |
| | Закгейм А.Ю. и др. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М.: Химия, 1982. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической | |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>технологии. Л.: Химия, 2004. 476с. – 49экз., 1987 - 45экз., 1974 – 4экз.</p> <p>Смирнов Н.Н., Волжинский А.И. Химические реакторы в примерах и задачах. Л.: Химия, 1986.</p> <p>Крашенинников С.А. Технология соды. М.: Химия, 1988.</p> <p>Руководство к практическим занятиям в лаборатории процессов и аппаратов химической технологии. / Под ред. П.Г. Романкова. Л.: Химия, 1990.</p> <p>Практикум по общей химической технологии. / Под ред. И.П. Мухленова. М.: Высшая школа, 1979.</p> <p>Мухленов И.П. и др. Основы химической технологии. М.: Высшая школа, 1991. 304с.</p> | |
|--|--|--|

Интернет-ресурсы

Единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://window.edu.ru/library>

1. <http://www.sciencedirect.com/> (сайт издательства Elsevier)

<http://www.springerlink.com/> (сайт издательства Springer)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕДИСЦИПЛИНЫ

Минимально необходимый для реализации ОПОП перечень материально-технического обеспечения включает в себя: лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и имеющие выход в сеть Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), компьютерные классы и др. **(в соответствии с ФГОС, учебным планом и справки МТО).**

По дисциплине «Общая химическая технология» имеется презентация по отдельным темам курса, позволяющая наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

Материально-техническое обеспечение дисциплины (технические средства, лабораторное оборудование и др.) представлено в табл.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование) | Аудитории |
|-------|--|---|
| 1 | Учебные лаборатории | Главный корпус, 210, 214, 215, 217 ауд. |
| 2 | Учебная лаборатория, оснащенная компьютерами (12 шт.) | Главный корпус 222 |
| 3 | Лабораторная посуда и принадлежности для подготовки мономеров и синтеза полимеров (колбы, прямые и обратные холодильники, пробирки, пипетки, мерные цилиндры, насадки, аллонжи, чашки Петри, стаканы, воронки, | Главный корпус, 212, 214, 215, 217 ауд. |

| | | |
|---|--|--|
| | штативы, фильтры, ерши лабораторные, термометры) | |
| 4 | Лабораторное оборудование для синтеза и исследования полимеров (термостат жидкостной, мешалки электрические, линейные автотрансформаторы ЛАТР, водяные или песчаные бани, электрические плитки, вискозиметры ВПХ, рефрактометр, весы аналитические, весы технические, шкафы сушильные, рН-метр, установка для определения температуры размягчения, установка для турбидиметрического титрования) | Главный корпус, НОЦ «полимеры и композиты», 215 ауд. |
| 5 | Оборудование для исследования полимеров (дифференциальный сканирующий калориметр Setaram DSC131 EVO, ИК-спектрометр, разрывная машина, пресс горячего прессования, приборы для определения теплостойкости, огнестойкости, ударной вязкости, твердости полимеров, кон-калориметр) | Главный корпус, НОЦ «полимеры и композиты» |

| № п/п | Наименование дисциплин в соответствии с учебным планом | Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. с перечнем основного оборудования | Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.) |
|-------|--|--|--|
| 1 | Структура и физико-химические свойства полимеров | <u>Лаборатория №212 площадь</u> Шкаф вытяжной: 6шт. Дистиллятор: 1 шт. Сушильный шкаф: 3 шт. Весы ВЛР: 4 шт. Калориметр: 7 шт. Переносной кондуктометр: 3 шт. рН метр: 3 шт. Печки электрические: 2 шт. Весы технические: 2 шт. Водяная баня: 2 шт. Термостат: 1 шт. Моторчики для перемешивания: 4 шт. Вольтметр: 1шт. Комплект химической посуды. комплект химических реактивов. | Оперативное управление |

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:
лицензионное программное обеспечение:

- Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription) № V 2123829;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition № лицензии 17 E0-180427-050836-287-197;
- AltLinux (Альт Образование 8) № AAA.0252.00;
свободно распространяемые программы:
- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Общая химическая технология» по направлению подготовки 18.03.01 – Химическая технология (уровень бакалавриата) на 2021/2022 учебный год

| №п/п | Элемент (пункт) РПД | Перечень вносимых изменений (дополнений) | Примечание |
|------|---------------------|--|------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры органической химии и высокомолекулярных соединений

Протокол № _1_ «__» __ 202 г

Заведующий кафедрой _____ Ю.А.Малкандуев