



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**



«Согласовано»  
Руководитель ОП  
Капустина А.А.  
(Ф.И.О.)  
«05» февраля 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
(подпись)



Капустина А.А.  
(Ф.И.О.)  
«05» февраля 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Химическая технология

**Направление подготовки 04.03.01 «Химия»**

Фундаментальная химия

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 5

лекции 36 час.

практические занятия не предусмотрены

лабораторные работы 54 час.

в том числе с использованием МАО лек. 00- / пр. 00- / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 90 час.

в том числе с использованием МАО 00 час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену 00- час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 5 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **04.03.01 «Химия»** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17 июля 2017 г. № 671

Рабочая программа обсуждена на заседании базовой кафедры химических и ресурсосберегающих технологий

протокол № 4 от «24» декабря 2020 г.

Заведующий кафедрой Реутов В.А.

Составитель : Свистунова И.В.

Владивосток

2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Капустина  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирования основ технологического мышления, выявление взаимосвязи между химической наукой и химической технологией, понимание многоуровневого и многокритериального характера химико-технологических процессов и химико-технологических систем, приобретение начальных навыков экспертизы химико-технологических решений.

### Задачи:

- приобретение знаний о химико-технологических процессах, их моделировании и расчетах, оценке возможности их осуществления с точки зрения химизма, физических закономерностей, конструктивных особенностей аппаратов, выбора сырья, экономических показателей производства
- знакомство с составом и структурой химической технологии и химического производства. Приобретение знаний об иерархической организации химико-технологических систем на примерах современных производств.
- приобретение умений оценивать и, в некоторых случаях, рассчитывать основные показатели химико-технологических процессов, широко распространенных аппаратов, сравнивать технологические решения химико-технологических задач, использовать при расчетах критериальные зависимости.

Для успешного изучения дисциплины «Химическая технология» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- знание основных законов химии
- умение выполнять математические расчеты

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологический	<b>ПК-3</b> Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК -3.1 Планирует отдельные стадии технических испытаний при наличии общего плана НИОКР
		ПК -3.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР
		ПК -3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР
		ПК -3.4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР
Технологический	ПК -5 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	ПК -5.1 Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)
		ПК -5.2 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК -3.1 Планирует отдельные стадии технических испытаний при наличии общего плана НИОКР	Знает последовательность стадий технических испытаний
	Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы, оценивать значимость результатов с точки зрения их результативности и применимости
	Владеет навыками применения выбранных методов к решению научных задач
ПК -3.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР	Знает правила оформления документации НИОКР
	Умеет готовить документацию по НИОКР
	Владеет навыками подготовки документации по НИОКР на всех ее этапах
ПК -3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	Знает возможные технические средства и методы испытаний
	Умеет правильно выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР
	Владеет навыками применения выбранных методов к решению поставленных задач НИОКР
ПК -3.4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР	Знает методики подготовки объектов к испытанию
	Умеет готовить объекты испытаний
	Владеет методами подготовки объектов к испытаниям
ПК -5.1 Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	Знает методы поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)
	Умеет пользоваться профессиональными базами данных (в т.ч., патентными)
	Владеет методами поиска необходимой информации в профессиональных базах данных
ПК -5.2 Составляет обзор	Знает способы поиска литературных источников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме	Умеет оформлять отчеты о выполненной работе по заданной форме
	Владеет методами сбора информации по заданной теме из литературных источников и оформления отчетов о выполненной работе по заданной форме

## II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы 144 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Модуль I. Химическое производство как система	5	15	14	-	-	36	0	УО-1; УО-3; ПР-3; ПР-6; ПР-4
2	Модуль II. Химические реакторы	5	5	14					
3	Модуль III. Производства неорганических и органических веществ	5	16	26	-	-	18	0	УО-1; УО-3; ПР-3; ПР-6; ПР-4
	Итого:		36	54		-	54	0	

## III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

**Лекционные занятия (36 час.)**

**Модуль 1. Химическое производство как система (15 часов)**

**Раздел 1. Организация химического производства (4 часа)**

**Тема 1. Основные понятия химической технологии (2 часа)**

Особенности химической технологии как сферы деятельности человека.

Объект химической технологии - химическое производство. Современные химические производства. Научность. Теоретические основы химической технологии. Проблемы энерго- и ресурсосбережения, безопасности, охраны окружающей среды. Химическая технология — наука об экономически, экологически и социально обоснованных способах и процессах переработки сырья с изменением его состава и свойств путем проведения химических и физико-химических превращений в предметы потребления и средства производства.

Развитие химических производств и химической технологии. История становления как отрасли человеческой деятельности и как науки. Химическое производство. Понятие о химическом производстве, как о системе. Основные операции в химическом производстве - подготовка сырья, химические и физико-химические превращения, выделение продуктов, обезвреживание и утилизация отходов, тепло- и энергообеспечение, водоподготовка, управление производством. Основные технологические компоненты - сырье, вспомогательные материалы, основной и дополнительный продукт, отходы, энергетические ресурсы, оборудование и аппараты.

Качественные и количественные показатели эффективности химического производства. Технологические показатели - степень превращения сырья, селективность процесса, выход продукта, расходные коэффициенты по сырью и энергии. Экономические показатели - производительность, мощность, себестоимость продукта, приведенные затраты, удельные капитальные затраты, производительность труда.

Методы химической технологии. Иерархическая организация процессов в химическом производстве - элементарный процесс, совокупность процессов в технологическом аппарате, химико-технологический процесс, химическое производство. Их определения.

Методологические основы химической технологии как науки - системный анализ сложных схем и взаимодействий их элементов.

## **Тема 2. Структура и расчеты ХТС (2 часа)**

Структура ХТС. Химическое производство как химико-технологическая система. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС. Их классификация по виду процессов и назначению (механические, гидравлические, массообменные, тепловые, химические, элементы управления). Многофункциональные элементы. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл) Технологические связи. Их схемы и назначение.

Описание ХТС. Виды моделей ХТС – качественные (обобщенные) и количественные. Качественные модели – операционно-описательные модели, функциональные схемы, структурные схемы, операторные схемы, технологические схемы, количественные модели – символические (аналитические), топологические (графы), структурные блок-схемы, сетевые. Назначение, применение и взаимосвязь моделей. Системный подход к их выбору при синтезе и анализе ХТС.

Методы моделирования ХТП и ХТС. Эмпирическое и математическое моделирование. Расчеты с использованием критериев подобия. Материальный и энергетический балансы. Баланс энтропии. Потенциальная работоспособность системы. Эксергетический анализ.

Основные этапы разработки ХТС. Основные концепции при синтезе ХТС. Их содержание и способы реализации: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры.

## **Раздел 2. Компоненты химического производства(11 часов)**

### **Тема 1. Сырье и энергоресурсы в химической промышленности (2 часа)**

Фундаментальные критерии эффективности использования ресурсов. Выбор и эффективное использование сырья. Подготовка сырья. Первичные и вторичные сырьевые ресурсы, комплексное использование сырья. Вода и воздух как сырье химической промышленности. Проблема комплексного и рационального использования сырья. Рециркуляция сырья. Обогащение сырья. Методы обогащения сырья в зависимости от его агрегатного состояния. Грохочение, классификация, электромагнитная сепарация. Флотация. Обогащение, очистка и подготовка к переработке газов. Показатели процесса обогащения.

### **Тема 2. Вода - компонент химического производства (2 часа)**

Подсистема водоподготовки. Вода как сырье и вспомогательный компонент химического производства. Источники воды. Классификация загрязнений воды. Показатели качества воды и методы их определения. Промышленная водоподготовка: основные стадии и методы очистки воды от примесей. Жесткость воды. Устранение жесткости. Организация водооборота на химическом предприятии.

### **Тема 3. Химико-технологические процессы. Гидромеханические процессы (2 часа)**

Макроскопическая теория физико-химических явлений как теоретическая база химической технологии. Перенос и превращение веществ и энергии. Кондуктивный и конвективный перенос вещества. Классические законы

пропорциональности кондуктивных потоков компонента, импульса, теплоты градиентам концентрации, скорости и температуры.

Классификация. Гидромеханические процессы, основные уравнения. Режимы движения жидкостей. Критерии гидродинамического подобия. Гидродинамика псевдооживленного слоя. Использование гидромеханических уравнений в расчетах аппаратов. Принцип работы и расчет непрерывного сепаратора и водоструйного насоса.

#### **Тема 4. Тепловые процессы, энерготехнологические схемы (2 часа)**

Энергетическая подсистема ХТС. Потребление энергии и энергоснабжение на химическом предприятии. Общая характеристика и классификация энергетических ресурсов в химической технологии. Источники энергии в химическом производстве. Рациональное использование энергии. Вторичные энергетические ресурсы, их классификация. Значение тепловых процессов в химической технологии. Способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Основные уравнения, критериальные соотношения. Теплообменные аппараты. Энерготехнологические схемы. Нагревание и охлаждение в основных химических производствах. Эксергетический анализ.

#### **Тема 5. Массообменные процессы (2 часа)**

Роль массообменных процессов. Моделирование и расчет массопереноса. Молекулярная и конвективная диффузия. Ректификация, устройство ректификационных аппаратов. Принципы ректификации. Уравнения рабочих линий. Расчеты при ректификации.

#### **Тема 6. Химический процесс. Термодинамика и кинетика химико-технологических процессов (2 часа)**

Стехиометрические зависимости и закон сохранения массы. Степени превращения, расчеты с использованием степеней превращения. Селективность. Выходы в необратимых и обратимых реакциях. Термодинамика химико-технологических процессов. Влияние термодинамических параметров на глубину протекания химико-технологических процессов. Расчет равновесного состава смесей. Кинетика химико-технологических процессов. Кинетические уравнения. Скорости обратимых, необратимых, последовательных, параллельных и т.д. реакций. Микро- и макрокинетика. Влияние технологических параметров процесса на его скорость. Способы интенсификации гомогенных процессов. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов. Использование термодинамических уравнений и закономерностей в химико-технологических расчетах.

#### **Тема 7. Гетерогенные процессы. (1 час)**

Гетерогенные химико-технологические процессы, классификация. Гетерогенные процессы в системе газ-твердое. Основные стадии гетерогенного процесса, области протекания гетерогенного процесса. Лимитирующая стадия и способы ее определения. Способы интенсификации гетерогенных процессов в системе газ-твердое. Промышленный катализ. Критерии эффективности промышленных катализаторов. Гетерогенный катализ, области применения, способы получения промышленных гетерогенных катализаторов. Аппараты для гетерогенных процессов.

## **Модуль 2. Химические реакторы (5 часов)**

### **Раздел 1. Идеальные реакторы (3 часов)**

#### **Тема 1. Химическая реакция в идеальных реакторах (2 часа)**

Моделирование движения потоков. Основные типы идеальных реакторов: РИВ, РИС, каскад. Показатель эффективности работы реактора. Сравнение работы реакторов непрерывного типа. Решение задач по теме реакторы (эффективность работы реакторов, концентрации реагентов продуктов, степень превращения, селективность, выход.)

#### **Тема 2. Тепловой режим работы реакторов (1 час)**

Адиабатические, изотермические реакторы. Реакторы промежуточного режима. Решение уравнений теплового баланса. Создание и поддержание оптимального температурного режима.

### **Раздел 2. Реальные реакторы (2 час)**

#### **Тема 1. Модели реальных реакторов (1 час)**

Причины отклонения реакторов от идеальности. Моделирование работы реального реактора. Модели и параметры. Однопараметрические модели – диффузная, ячеичная. Проблемы выбора модели.

#### **Тема 2. Оптимальный температурный режим (1 час)**

Линия оптимальных температур для обратимых реакций. Приемы приближения к ЛОТ. Реакторы «труба в трубе», каскады с теплообменом, каскады с байпасом.

## **Модуль 3. Производства неорганических и органических веществ (16 часов)**

### **Раздел 1. Неорганические производства (8 часов)**

#### **Тема 1. Технологические закономерности и приемы на примерах неорганических производств (8 часов)**

Современное производство аммиака. Приготовление азотоводородной смеси. Термодинамический и кинетический анализ схемы синтеза аммиака. Рециркуляция, оптимальный температурный режим, утилизация теплоты. Технология азотной кислоты. Физико-химические основы, устройство аппаратов, селективность катализатора. Технология серной кислоты. Физико-

химические основы процессов. Выбор сырья, сравнение технологических схем. Метод ДКДА, возможность рециркуляции. Абсорбционные процессы в производстве. Производство азотных удобрений. Фосфатные удобрения.

## **Раздел 2. Производства органических веществ (6 часов)**

### **Тема 1. Технологические закономерности и приемы на примерах производства органических веществ (8 часов)**

Переработка углеродсодержащего сырья. Динамика использования нефти, природного газа и угля в качестве сырья химических производств. Термическая переработка угля. Коксование. Состав и пути использования продуктов коксования. Альтернативные способы газификации твердого топлива. Производство жидких углеводородов на основе твердого топлива. Состав и свойства нефти. Подготовка нефти к переработке. Физические методы переработки, прямая перегонка. Химические методы: термический крекинг, пиролиз, каталитический крекинг, риформинг, платформинг. Производство жидких топлив и масел, их эксплуатационные характеристики. Стабилизация топлива. Использование газоконденсата. Технология основного органического синтеза. Синтезы на основе оксида углерода. Производство метанола Физико-химические закономерности и основные стадии процесса. Катализаторы. Использование метанола в производстве спиртов, кислот, непредельных соединений. Производство формальдегида. Технология высокомолекулярных соединений. ПМ, каучуки. Каучуки. Производство каучуков на примере бутадиен-стирольного каучука.

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Лабораторные работы (54 часа)**

Интерактивные методы, применяемые на лабораторном практикуме: *Работа в малых группах. Моделирование производственных ситуаций.*

#### **Лабораторная работа № 1. Техника безопасности. Знакомство с оборудованием лаборатории (2 часа.)**

Знакомство с оборудованием лаборатории и техникой безопасности

#### **Лабораторная работа № 2. Электролиз (4 часа.)**

На примере электролиза раствора сульфата меди изучается процесс электролиза. Выполняются расчеты показателей процесса

#### **Лабораторная работа № 3. Водоподготовка (4 часа)**

Методом ионообменной сорбции устраняется жесткость воды. Рассчитывается карбонатная, некарбонатная и общая жесткость и параметры процесса.

#### **Лабораторная работа № 4. Коагуляция (4 часа)**

Изучается процесс коагуляции, рассчитываются плотность суспензии и скорость ее осаждения

**Лабораторная работа № 5. Ректификация (4 часа)**

Изучается процесс ректификации смеси вода-спирт.

**Лабораторная работа № 6. Флотация (4 часа)**

Изучается один из способов обогащения сырья. Проводится разделение смеси песка и угля в лабораторной установке

**Лабораторная работа № 7. Текстолит (3 часа)**

Получают фенолформальдегидный полимер и композитный материал

**Лабораторная работа № 8. Сухая перегонка древесины (3 часа)**

Проводят сухую перегонку древесины исследуют количественный и качественный состав продуктов.

**Лабораторная работа № 9. Материальный баланс (4 часа)**

Решается задача по расчету материального баланса

**Лабораторная работа №10. Теплоотдача (4 часа)**

Проводиться эксперимент по изучению процесса переноса теплоты. Осуществляется расчет с использованием критериальных зависимостей.

**Лабораторная работа №11. Фильтрация (4 часа)**

Проводиться эксперимент по изучению процесса фильтрования при атмосферном давлении. Осуществляется расчет констант фильтрования.

**Лабораторная работа №12. Удельная поверхность (4 часа)**

Проводиться эксперимент по определению удельной поверхности сыпучего материала по методу Дерягина (метод газопроницаемости). Осуществляется расчет.

**Лабораторная работа №13. Ситовый анализ (4 часа)**

Проводиться эксперимент по изучению рассеивания и гранулометрического анализа. Осуществляется расчет.

**Лабораторная работа № 14. Расчеты в реакторах разного типа (4 часа)**

Проводиться работа по изучению расчета реакций разного типа в реакторах разного типа. Решаются задачи.

Контроль самостоятельной работы ведется еженедельно.

**Материалы для выполнения лабораторных работ (Пример)**

**Лабораторная работа № 1 «Ситовый анализ»**

***Краткая теория***

Сырье является основным компонентом производственного процесса. Свойства используемого сырья напрямую влияют на экономичность производства и конечную стоимость продукции.

В промышленности существует необходимость в применении концентрированного (обогащенного) сырья, так как при его переработке увеличивается скорость процесса и снижаются энергозатраты.

Если обогащению подвергают твердые материалы, то получаемый продукт, обогащенный полезной составной частью, называется **концентратом**, а отходы, содержащие пустую породу – **хвостами**.

Основными показателями обогащения являются:

- Выход продукта
- Выход концентрата и хвостов
- Извлечение компонента в концентрат
- Степень концентрации
- Эффективность обогащения

**Выходом продукта ( $\gamma$ )** называют количество полученного обогащенного продукта – концентрата или отходов производства – хвостов, выраженное в % или в долях. Суммарный выход всех продуктов обогащения должен соответствовать 100%, т.к. в процессе обогащения сырье переходит только в концентрат и отходы:

$$\gamma_{\text{к}} + \gamma_{\text{хв}} = 100\%$$

где:

$\gamma_{\text{к}}$  – выход концентрата (%);

$\gamma_{\text{хв}}$  – выход хвостов (%).

**Выход концентрата и хвостов ( $\gamma_{\text{к}}$  и  $\gamma_{\text{хв}}$ )** – отношение массы полученного продукта обогащения сырья (концентрата или хвостов) к массе переработанного сырья. Выражается в процентах или долях.

$$\gamma_{\text{к}} = \frac{100(\alpha - \theta)}{\beta - \theta};$$

$$\gamma_{\text{хв}} = \frac{100(\beta - \alpha)}{\beta - \theta}$$

ГДЕ:

$\gamma_{\kappa}$  – ВЫХОД КОНЦЕНТРАТА (%);

$\gamma_{\text{ХВ}}$  – ВЫХОД ХВОСТОВ (%);

$\alpha$  – КОЛИЧЕСТВО КОМПОНЕНТА В ИСХОДНОМ СЫРЬЕ (%);

$\beta$  – КОЛИЧЕСТВО КОМПОНЕНТА В КОНЦЕНТРАТЕ (%);

$\theta$  – КОЛИЧЕСТВО КОМПОНЕНТА В ХВОСТАХ (%).

**Извлечение продукта в концентрат ( $\epsilon$ )** – отношение массы компонента в концентрате к массе того же компонента в исходном сырье. Извлечение выражается обычно в процентах или долях.

$$\epsilon_{\kappa} = \frac{\gamma_{\kappa} \beta}{100\alpha} 100\% = \gamma_{\kappa} \frac{\beta}{\alpha}$$

Если выход концентрата неизвестен:

$$\epsilon_{\kappa} = \frac{\beta(\alpha - \theta)}{\alpha(\beta - \theta)} 100\%$$

ГДЕ:

$\epsilon_{\kappa}$  – ПОКАЗАТЕЛЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРОДУКТА В КОНЦЕНТРАТ (%);

$\gamma_{\kappa}$  – ВЫХОД КОНЦЕНТРАТА (%);

$\alpha$  – КОЛИЧЕСТВО КОМПОНЕНТА В ИСХОДНОМ СЫРЬЕ (%);

$\beta$  – КОЛИЧЕСТВО КОМПОНЕНТА В КОНЦЕНТРАТЕ (%);

$\theta$  – КОЛИЧЕСТВО КОМПОНЕНТА В ХВОСТАХ (%).

**Степень концентрации (K)** – значение, показывающее во сколько раз увеличилось содержание полезного компонента в концентрате по сравнению с его содержанием в исходном сырье. Выражается в числовом виде и может быть от 2 до 100.

$$K = \frac{\beta}{\alpha}$$

ГДЕ:

$K$  – степень концентрации;

$\alpha$  – количество компонента в исходном сырье (%);

$\beta$  – количество компонента в концентрате (%).

**Эффективностью обогащения ( $\eta$ )** называется степень полноты извлечения полезного ископаемого в концентрат, мера совершенства процесса обогащения. Выражается в процентах. Процесс обогащения считают весьма эффективным, если  $\eta > 75\%$ , эффективным – при  $\eta > 50\%$  и неэффективным – при  $\eta < 25\%$ .

$$\eta = \frac{\varepsilon_k - \gamma_k}{100 - \alpha} 100\%$$

где:

$\eta$  – эффективность обогащения;

$\varepsilon_k$  – показатель извлечения продукта в концентрат (%);

$\gamma_k$  – выход концентрата (%);

$\alpha$  – количество компонента в исходном сырье (%).

В промышленности для обогащения твердых минералов применяют следующие основные методы: рассеивание (грохочение), гравитационное разделение, электромагнитную сепарацию и флотацию.

**Рассеивание** основано на том, что менее прочные (хрупкие) минералы, входящие в состав сырья, при измельчении дробятся на более мелкие зерна и кристаллы. Если после измельчения сырье, состоящее из минералов различной прочности, просеять через сита с различной величиной отверстий, то с отдельных сит можно получить фракции, обогащенные тем или иным минералом.

**Гравитационное разделение** основано на разной скорости падения частиц, имеющих различную плотность или крупность, в потоке жидкости, чаще всего воды (мокрое обогащение), воздуха или инертного газа (сухое обогащение).

**Электромагнитную сепарацию** применяют для отделения магнитно-восприимчивых материалов от немагнитных.

**Флотационный метод** обогащения основан на различной смачиваемости зёрен отдельных минералов водой. Гидрофобные частицы будут оставаться на поверхности воды, а гидрофильные – опустятся на дно.

Степень измельчения многих сыпучих и порошкообразных материалов является одной из важнейших характеристик, определяющей их технологические качества и области практического использования.

Наиболее полно степень измельчения характеризует гранулометрический (дисперсный, зерновой) состав.

**Гранулометрический состав** – процентное весовое содержание в породе, материале различных по величине фракций (совокупность одинаковых зёрен и частиц).

**Ситовый анализ** – один из методов определения гранулометрического состава порошков и сыпучих материалов – осуществляется путем механического разделения материала на фракции по крупности на решетках или ситах с отверстиями различной величины.

Рассев более крупных продуктов на ситах с большими размерами отверстий (грохотах) называется грохочением.

Материал, который остался на сите после просева называется «сход», а прошедший через сито – «проход».

### ***Необходимое оборудование***

1. Вибрационная дисковая мельница
2. Электромагнитный ситовой шейкер
3. Комплект сит с различным размером отверстий
4. Технические весы



Рис.1 Электромагнитный ситовой шейкер



Рис.2 Вибрационная дисковая мельница

### *Ход работы*

Взвешивают на технических весах три примерно одинаковые навески  $m \approx 10\text{--}15$  г крупных кусков материала, записывая при этом массы взятых навесок.

Первую навеску помещают в камеру для измельчения вместе со стальными мелящими телами. Камеру закрывают крышкой и устанавливают на верхнюю часть вибромельницы. Рукоятку с захватом устанавливают на место, вставляют гвоздь и закрывают крышку вибромельницы.

Одновременно включают пускатель и секундомер. Время измельчения – 5 с.

Отключают пускатель, и извлекают камеру с веществом. Измельченный материал опять взвешивают на технических весах. Если массы исходной навески и измельченного материала отличаются, то для расчетов следует брать массу измельченного материала, так как в таком случае учитываются потери различного характера.

Собирают комплект сит, последовательно расположенных по мере уменьшения размера отверстий в ситах. В верхнее сито с наиболее крупными отверстиями помещают измельченный материал и закрывают крышкой, а под нижнее (самое мелкое) подставляют поддон. Конструкцию помещают в электромагнитный ситовой шейкер и фиксируют зажимными ремнями. Время рассеивания 5 минут.

По истечении 5 минут материал на каждом сите взвешивают, массы заносят в таблицу.

Со второй и третьей навесками поступают аналогично (время измельчения для 2–ой навески – 10 с, для 3–ей – 15 с).

Таблица 1 Остатки на ситах у трех навесок

Размер отверстий сетки сита, мм	остаток на сите, г		
	m <sub>1</sub> =	m <sub>2</sub> =	m <sub>3</sub> =
1			
0,315			
0,25			
0,16			
0,1			
0,071			
поддон			

### **Обработка опытных данных**

Средний размер зерен фракции сите  $\bar{d}_i$  рассчитывают как среднее арифметическое значение размера отверстий сита, через которое эта фракция прошла (проходное сито) –  $d_{пр}$ , и сита, на котором она задержалась (непроходное сито) –  $d_n$ :

$$\bar{d}_i = \frac{d_{np} + d_n}{2} * 100\% ,$$

Например, если размер отверстий сетки первого сита равен 1 мм, а на нём осталась фракция, то средний размер зёрен будет больше единицы. Для второго сита средний размер равняется полусумме размеров отверстий первого и второго сита, для третьего– второго и третьего и т.д.

Процентное содержание зерен во фракции (частный остаток на сите) вычисляют по формуле:

$$\omega_i = \frac{m_i}{m_0} * 100\% ,$$

где:

$\omega_i$  – частный остаток на сите (сход), %;

$m_i$  – масса остатка на данном сите, г;

$m_0$  – масса просеиваемой навески, г.

Затем определяют полные остатки ( $A_i$ ) на каждом сите в процентах от массы пробы, равные сумме частных остатков на данном и всех ситах с большими размерами отверстий:

$$A_i = \omega_i + \omega_{i+1} + \omega_{i+2} + \dots + \omega_n$$

где:

$\omega_i, \omega_{i+1}, \omega_{i+2}, \dots, \omega_n$  – частные остатки на  $i$ -м сите и всех ситах с большими размерами отверстий;

$i, i+1, i+2, \dots, n$  – порядковые номера сит стандартного набора.

Например, полный остаток на первом сите будет равняться частному остатку на этом сите (по массе или в процентах), для второго – сумме частного остатка на первом и втором ситах и т.д.

Проход  $\omega(\text{прохода})_i$  для каждого сита рассчитывают как сумму частных остатков на всех ситах с меньшими размерами отверстий.

Например,  $\omega(\text{прохода})$  первого сита будет равняться сумме частных остатков на 2–6 ситах и поддоне, для второго, соответственно, на 3–6 ситах и поддоне и т.д.

Полученные данные сводят в отчетную таблицу 1 для каждой из навесок.

Таблица 2 – Данные ситового анализа

Поряд- ковый № сита	Размер отверс- тий сетки сита, мм	Средний размер зерна на сите, мм	Содержание зерен по фракции		Интегральные характеристики			
					остаток на сите		проход через сито	
			г	%	г	%	г	%
1	1							
2	0,315							
3	0,25							
4	0,16							
5	0,1							
6	0,071							
Поддон	0							
Итого								

На основе полученных данных строят на миллиметровой бумаге или в Excel график зависимости содержания фракций в сыпучем материале  $\omega_i$  от среднего размера зерен фракции  $\bar{d}_i$ .

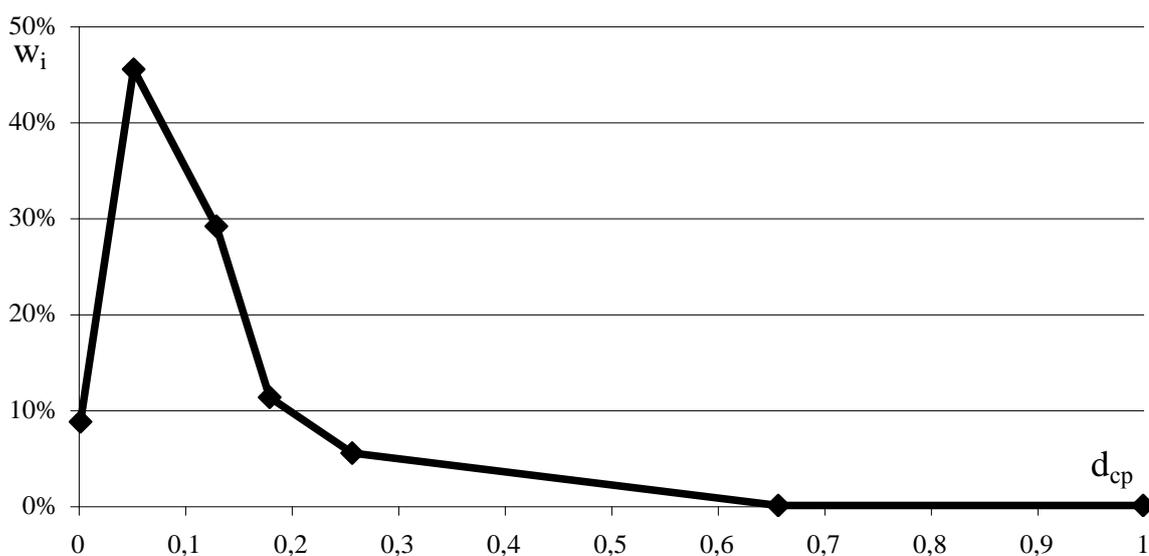


График 1 Зависимость содержания фракций в сыпучем материале  $\omega_i$  от среднего размера зерен фракции  $\bar{d}_i$

На основе полученных данных строят на миллиметровой бумаге или в Excel графики зависимости схода и прохода от размера отверстий сит  $d_i$ .

Графики строятся в координатах «средний размер зерна на сите–проход через сито в %» и «средний размер зерна на сите–остаток на сите в %»

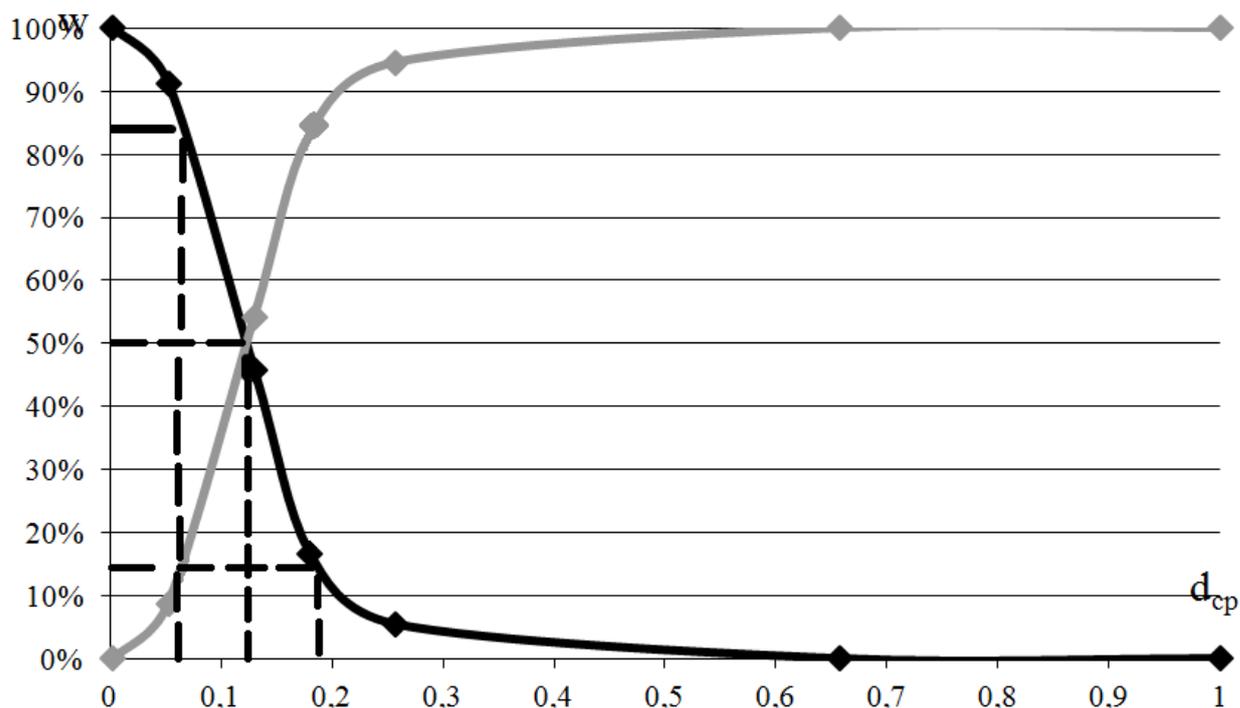


График 2 Зависимость схода и прохода от размера отверстий сит  $d_i$

Средний диаметр частиц исходного зернового материала  $d_{cp}$  определяют

по соотношению:

$$d_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i * \omega_i}{100}$$

где:

$d_{cp}$  – средний диаметр частиц исходного зернового материала

(мм);

$d_i$  – средний размер зерен фракции (мм);

$\omega_i$  – процентное содержание зерен во фракции (частный остаток на сите) (%).

По построенным графикам определяют величины  $d_{16}$ ,  $d_{50}$  и  $d_{84}$  – размеры отверстия сит, соответствующих сходу в 16, 50 и 84%, соответственно (пунктирные линии на графике). Используя полученные величины,

рассчитывают коэффициент отклонения  $R_0$  – характеристику однородности состава дисперсионного материала по формуле:

$$R_0 = \frac{d_{86} - d_{16}}{2d_{50}} * 100\%$$

где:

$R_0$  – коэффициент отклонения (%);

$d_{86}$  – размер отверстий сита, на котором останется 86% материала (мм);

$d_{16}$  – размер отверстий сита, на котором останется 16% материала (мм);

$d_{50}$  – размер отверстий сита, на котором останется 50% материала (мм).

### ***Форма отчета***

Данные ситового анализа сыпучего материала (Таблица 1).

График зависимости содержания фракций в сыпучем материале  $\omega_i$  от среднего размера зерен фракции  $\bar{d}_i$ .

График зависимости схода  $\omega(\text{схода})_i$  и прохода  $\omega(\text{прохода})_i$  от размера отверстий сит  $d_i$ .

Средний диаметр частиц исходного зернового материала  $d_{\text{ср}}$ .

Коэффициент отклонения  $R_0$ .

### ***Вопросы***

1. Классификация процессов измельчения
2. Подготовка сырья к переработке
3. Методы обогащения сырья разного агрегатного состояния.
4. Рассеивание, гравитационное разделение, флотация, электромагнитная сепарация
5. Работа гипертурбатора, флотационной камеры

6. Характеристика твердых материалов: плотность, насыпная плотность, порозность, гранулометрический состав

### *Задачи*

1. Из 100т полиметаллической руды было получено 2240кг медного концентрата со степенью концентрации 35,7% и 84кг молибденового концентрата со степенью концентрации 8,33%. Массовые доли меди и молибдена в концентрате соответственно равны 25 и 50%. Определите выходы концентратов и степень извлечения металлов.
2. На обогатительной фабрике из 40т медной сульфидной руды, содержащей 0,015 массовых долей меди, получено 2 т концентрата, в котором обнаружено 14,4% CuS (по массе). Определите выход концентрата, степень извлечения и степень концентрации меди.
3. Сколько нужно взять купоросного масла (96%  $H_2SO_4$ ) и серной кислоты с массовой долей вещества 64%, чтобы получить 2800кг 83% серной кислоты.
4. Сколько нужно взять растворов с концентрациями хлорида натрия 310г/л и 230г/л, чтобы приготовить 250л раствора с концентрацией 280г/л?

### *Литература:*

1. Рачинский Ф. Ю. Техника лабораторных работ / Ф. Ю. Рачинский, М. Ф. Рачинская. – Л.: Химия, 1982. – 432 с.
2. Полькин С.И. Обогащение руд цветных и редких металлов / С.И. Полькин, Э.В. Адамов. – М.: Недра, 1975. – 461 с.
3. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / П.А. Коузов. – Л.: Химия, 1971. – 279 с.
4. Мордасов, Д.М. Технические измерения плотности сыпучих материалов : учеб. пособие / Д.М. Мордасов, М.М. Мордасов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 80 с.

5. Филипов В.В. Определение некоторых параметров работы пневмотранспорта: методические указания / Самар. гос. техн. ун-т; [сост. В.В. Филипов]. – Самара, 2014. – 29 с.

6. Маккавеев А.А. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии / А. А. Маккавеев. – М.: Гостоптехиздат, 1961. – 186 с.

7. Кузнецов, Д. А. Общая химическая технология / Д. А. Кузнецов. – М. : Высш. школа, 1965. – 272 с.

### **Задания для самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, описание проделанной экспериментальной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе, подготовка к тестам и коллоквиуму, индивидуальное написание и защиту реферата по теме « Химические производства».

#### **Вопросы к лабораторным работам по темам:**

##### **Тема: Текстолит**

Основы технологии полимеров. Характеристики полимеров: линейные и разветвленные полимеры, степень полимеризации, прочность, пластичность, растворимость, набухаемость. Характеристика мономеров. Мономеры реакций полимеризации, мономеры реакций поликонденсации. Функциональность мономеров.

Фенолоформальдегидные смолы, резольные и наволачные полимеры. Структура, способы получения, свойства

Сополимеризация, сополимеры.

Композиционные материалы. Примеры композиционных материалов. Способы получения, основные свойства, достоинства по отношению к индивидуальным материалам.

##### **Тема: Сухая перегонка древесины**

Продукты, получаемые при сухой перегонке древесины

Состав жидких, газообразных продуктов

Использование продуктов, получаемых в процессе перегонки.

Зависимость выхода и состава продуктов от условий проведения процесса.

Получение активированного угля

##### **Тема: Электролиз**

Законы Фарадея. Решение задач на законы Фарадея

Электролиз NaCl (2 типа электролизеров)

Электролиз расплава NaCl

Электролиз воды

Получение Al электролизом

Необходимость применения электролиза

Примеры электрохимических процессов

### **Тема: Коагуляция**

Коагуляция и флокуляция

Строение коллоидной частицы, образование и устойчивость коллоидных частиц.

Отстойники, устройство и работа, скорость осаждения осадков

Зависимость эффективности коагуляции от различных факторов

### **Тема: Водоподготовка**

Примеси в воде

Технологические схемы очистки воды в зависимости от целей и задач химического предприятия.

Основные операции водоподготовки. Аппаратурное оформление и теоретические основы методов.

Различные типы жесткости. Решение задач по расчету жесткости воды.

Методы умягчения воды

Ионообменники. Строение и принцип работы. Решение задач по эффективности работы ионообменников.

### **Тема: Ректификация**

Сущность процесса дистилляции (простой перегонки). Преимущества перегонки с дефлегмацией. Аппаратурное оформление дистилляции в лабораторной практике и на производстве.

Сущность метода перегонки с водяным паром. Область применения метода.

Сущность метода молекулярной дистилляции. Область применения метода.

Принцип ректификации. Потоки жидкости и пара в периодическом и непрерывном процессах ректификации.

Аппаратурное оформление ректификации в лабораторной практике и на производстве.

Способы расположения в ректификационных колоннах кипятильников и дефлегматоров.

Флегмовое число. Минимальное и рабочее флегмовые числа.

Кривая равновесия и рабочие линии ректификации.

Теоретическая ступень разделения (теоретическая тарелка) в процессе ректификации. Высота, эквивалентная теоретической тарелке.

Графический метод определения числа теоретических тарелок.

Схема установки для ректификации смесей, содержащих более двух компонентов (трех-, четырех, ..., n-компонентных смесей).

Сущность метода экстрактивной и азеотропной ректификации. Области применения методов.

Сущность процесса выпаривания. Область его практического применения.

**Тема: Флотация**

Классификация процессов измельчения.

Подготовка сырья к переработке

Методы обогащения сырья разного агрегатного состояния.

Рассеивание, гравитационное разделение, флотация, электромагнитная сепарация

Работа гиперсорбера, флотационной камеры

Характеристика твердых материалов: плотность, насыпная плотность, порозность, гранулометрический состав

Показатели степени обогащения сырья, решение задач

**Коллоквиумы:**

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий.

Предусмотрено два теста и коллоквиума по разделам:

«Химико-технологические процессы»,

«Аппараты химических производств»,

«Химические производства»

Контрольно-измерительные материалы содержат тесты и задачи, для успешного решения которых учащийся должен проработать тему, научиться решать типичные задачи.

**Темы к тесту по разделу «Химико-технологические процессы»**

1. Предмет и цели и задачи химической технологии.
2. Химико-технологические системы.
3. Три этапа моделирования ХТС
4. Моделирование с использованием критериев подобия.
5. Иерархическая организация ХТС.
6. Сырье, способы его обогащения. Комплексная переработка сырья.
7. Обогащение твердого, жидкого и газообразного сырья.
8. Вода и водоподготовка. Коагуляция и умягчение воды. Аппараты для очистки воды.

9. Классификация процессов химической технологии.
10. Гидромеханические процессы. Основные характеристики жидкостей и газов. Уравнение гидростатики. Расчет сепаратора. Уравнение гидродинамики. Скорость потока. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Уравнение Стокса.
11. Работа водоструйного насоса.
12. Фильтрация, работа фильтров.
13. Псевдоожижение.
14. Тепловые процессы. Виды переноса теплоты. Расчеты для различных видов переноса теплоты. Тепловые критерии подобия.
15. Нагревание и охлаждение. Теплообменные аппараты.
16. Массообменные процессы. Уравнение массообмена. Виды массообмена. Расчет высоты массообменного аппарата.
17. Устройство и работа ректификационных колонн. Расчет рабочих линий ректификационной колонны. Флегмовое число, число теоретических тарелок.
18. Химические процессы. Основные понятия (степень превращения, селективность, выход).
19. Влияние температуры на скорость и степень превращения вещества для простой обратимой реакции. Оптимальный температурный режим. ЛОТ.
20. Влияние концентрации на скорость процессов.
21. Гетерогенные процессы. Константа скорости гетерогенного процесса, ее зависимость от констант скорости химической реакции и диффузии. Снятие диффузного сопротивления.
22. Гетерогенно-каталитические процессы. Характеристики катализаторов, устройство аппаратов для каталитических реакций.

#### **Темы к тесту по разделу «Аппараты химических производств»**

1. Моделирование движения потоков
2. Основные типы идеальных реакторов: РИВ, РИС, каскад
3. Реальные реакторы
4. Реакторы гетерогенно-каталитических процессов
5. Решение задач по теме реакторы (эффективность работы реакторов)
6. Адиабатические, изотермические реакторы
7. Реакторы промежуточного режима
8. Решение уравнений теплового баланса
9. Создание и поддерживание оптимального температурного режима
10. Материальный и энергетический балансы
11. Решение задач по РК и материальному балансу

#### **Темы коллоквиума «Химические производства»**

1. Аммиак

2. Азотная кислота
3. Конверсия метана
4. Серная кислота
5. Фосфатные удобрения
6. Карбамид и аммиачная селитра
7. Метанол
8. Уксусный ангидрид и уксусная кислота
9. Формальдегид
10. Изопрен
11. Стирол
12. Капролактамы и синтетическое волокно
13. Полистирол
14. Бутадиен-стирольный каучук
15. Изопреновый каучук
16. Переработка жидкого топлива
17. Переработка твердого топлива

#### **Общая тематика вопросов по темам химических производств:**

1. Сырье, его подготовка, обогащение, если оно есть
2. Строение, физические и химические свойства получаемого вещества
3. Уравнения происходящих реакций
4. Технологическая схема производства
5. Используемые технологические приемы, расчеты
6. Очистка
7. Экологические аспекты производства
8. Направления использования продукта. Основные производители в России и за рубежом, масштабы производства.

#### **Работа над рефератом:**

В целях реализации задач дисциплины, поставленных в данной РУПД, часть самостоятельной работы студентов посвящена написанию реферата по индивидуальной теме. Общая направленность реферата – проработка технологических вопросов конкретного химического производства с обязательным рассмотрением следующих вопросов:

- исходное сырье для получения продукта, характеристике физических и физико-химических свойств продукта, области применения и масштабы производства продукта, характеристика основных способов производства, выбор и обоснование способа производства;
- предприятия-производители в нашей стране и за рубежом
- физико-химические закономерности выбранного технологического процесса (термодинамика, кинетика, катализаторы.);
- технологическая схема процесса получения продукта и ее описание, основные реакционные аппараты, описание процессов в реакторах, схемы

реакторов и их описание;

- основные энергетические характеристики процесса, водоподготовка и потребление воды в производстве продукта;
- степень экологической опасности исходного сырья, вспомогательных материалов, полупродуктов продукта. Характеристика источников загрязнения атмосферы (сточные воды, газовые выбросы, твердые отходы)
- перспективные направления развития технологии продукта, новые области его применения.

Темы рефератов:

1. Окисление парафинов. Производство карбоновых кислот. Теревталева кислота.
2. Фенолформальдегидные и мочевиноальдегидные смолы. Полиуретаны.
3. Искусственные и синтетические волокна, приемы формирования волокон. Каучуки, характеристика каучуков, их производство. Резины.
4. Производство стирола и полистирола
5. Изопрен, производство, история и современность
6. Производство капролактама и капрона
7. Производство окиси этилена
8. Производство чугуна и стали
9. Производства карбоновых кислот (уксусная кислота)
10. Кремнийорганические полимеры.
11. Производство чугуна и стали
12. Производство изопренового каучука
13. Производство ацетальдегида
14. Производство окиси этилена

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

№	Дата/сроки	Вид самостоятельной	Примерные	Форма контроля
---	------------	---------------------	-----------	----------------

п/п	выполнения	работы	нормы времени на выполнение	
1	В течение семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы	6 часов	Работа на лабораторных занятиях (ПР-6)
2	1-3 неделя семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы. Подготовка к контрольной: МБ	6 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
3	4-6 неделя семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы	6 часов	ПР-4; УО-1 (собеседование/устный опрос)
4	7-9 неделя семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, подготовка к тесту «Процессы ХТ»	6 часов	ПР-4; УО-1 (собеседование/устный опрос)
5	10-12 неделя семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы, изучение литературы, подготовка к тесту «Аппараты ХТ»	6 часов	ПР-4;
6	13-15 неделя семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, Подготовка к защите реферата.	6 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос), защита реферата ПР-6
7	16-18 неделя семестра	Подготовка к зачету «Химические производства»	36 часов	зачет
Итого:			72 часа	

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратить внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

*Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других

ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании реферата рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и

делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, описание проделанной экспериментальной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе, подготовка к тестам и коллоквиуму, индивидуальное написание и защиту реферата по теме «Химические производства».

#### **Вопросы к лабораторным работам по темам:**

##### **Тема: Текстолит**

Основы технологии полимеров. Характеристики полимеров: линейные и разветвленные полимеры, степень полимеризации, прочность, пластичность, растворимость, набухаемость. Характеристика мономеров. Мономеры реакций полимеризации, мономеры реакций поликонденсации. Функциональность мономеров.

Фенолоформальдегидные смолы, резольные и наволачные полимеры. Структура, способы получения, свойства

Сополимеризация, сополимеры.

Композиционные материалы. Примеры композиционных материалов. Способы получения, основные свойства, достоинства по отношению к индивидуальным материалам.

##### **Тема: Сухая перегонка древесины**

Продукты, получаемые при сухой перегонке древесины

Состав жидких, газообразных продуктов

Использование продуктов, получаемых в процессе перегонки.

Зависимость выхода и состава продуктов от условий проведения процесса.

Получение активированного угля

### **Тема: Электролиз**

Законы Фарадея. Решение задач на законы Фарадея

Электролиз NaCl (2 типа электролизеров)

Электролиз расплава NaCl

Электролиз воды

Получение Al электролизом

Необходимость применения электролиза

Примеры электрохимических процессов

### **Тема: Коагуляция**

Коагуляция и флокуляция

Строение коллоидной частицы, образование и устойчивость коллоидных частиц.

Отстойники, устройство и работа, скорость осаждения осадков

Зависимость эффективности коагуляции от различных факторов

### **Тема: Водоподготовка**

Примеси в воде

Технологические схемы очистки воды в зависимости от целей и задач химического предприятия.

Основные операции водоподготовки. Аппаратурное оформление и теоретические основы методов.

Различные типы жесткости. Решение задач по расчету жесткости воды.

Методы умягчения воды

Ионообменники. Строение и принцип работы. Решение задач по эффективности работы ионообменников.

### **Тема: Ректификация**

Сущность процесса дистилляции (простой перегонки). Преимущества перегонки с дефлегмацией. Аппаратурное оформление дистилляции в лабораторной практике и на производстве.

Сущность метода перегонки с водяным паром. Область применения метода.

Сущность метода молекулярной дистилляции. Область применения метода.

Принцип ректификации. Потоки жидкости и пара в периодическом и непрерывном процессах ректификации.

Аппаратурное оформление ректификации в лабораторной практике и на производстве.

Способы расположения в ректификационных колоннах кипятильников и дефлегматоров.

Флегмовое число. Минимальное и рабочее флегмовые числа.

Кривая равновесия и рабочие линии ректификации.

Теоретическая ступень разделения (теоретическая тарелка) в процессе ректификации. Высота, эквивалентная теоретической тарелке.

Графический метод определения числа теоретических тарелок.

Схема установки для ректификации смесей, содержащих более двух компонентов (трех-, четырех-, ..., n-компонентных смесей).

Сущность метода экстрактивной и азеотропной ректификации. Области применения методов.

Сущность процесса выпаривания. Область его практического применения.

### **Тема: Флотация**

Классификация процессов измельчения.

Подготовка сырья к переработке

Методы обогащения сырья разного агрегатного состояния.

Рассеивание, гравитационное разделение, флотация, электромагнитная сепарация

Работа гиперсорбера, флотационной камеры

Характеристика твердых материалов: плотность, насыпная плотность, порозность, гранулометрический состав

Показатели степени обогащения сырья, решение задач

### **Коллоквиумы:**

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью нижеприведенных контрольных вопросов и заданий.

Предусмотрено два теста и коллоквиума по разделам:

«Химико-технологические процессы»,

«Аппараты химических производств»,

«Химические производства»

Контрольно-измерительные материалы содержат тесты и задачи, для успешного решения которых учащийся должен проработать тему, научиться решать типичные задачи.

### **Темы к тесту по разделу «Химико-технологические процессы»**

1. Предмет и цели и задачи химической технологии.
2. Химико-технологические системы.
3. Три этапа моделирования ХТС

4. Моделирование с использованием критериев подобия.
5. Иерархическая организация ХТС.
6. Сырье, способы его обогащения. Комплексная переработка сырья.
7. Обогащение твердого, жидкого и газообразного сырья.
8. Вода и водоподготовка. Коагуляция и умягчение воды. Аппараты для очистки воды.
9. Классификация процессов химической технологии.
10. Гидромеханические процессы. Основные характеристики жидкостей и газов. Уравнение гидростатики. Расчет сепаратора. Уравнение гидродинамики. Скорость потока. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Уравнение Стокса.
11. Работа водоструйного насоса.
12. Фильтрация, работа фильтров.
13. Псевдоожижение.
14. Тепловые процессы. Виды переноса теплоты. Расчеты для различных видов переноса теплоты. Тепловые критерии подобия.
15. Нагревание и охлаждение. Теплообменные аппараты.
16. Массообменные процессы. Уравнение массообмена. Виды массообмена. Расчет высоты массообменного аппарата.
17. Устройство и работа ректификационных колонн. Расчет рабочих линий ректификационной колонны. Флегмовое число, число теоретических тарелок.
18. Химические процессы. Основные понятия (степень превращения, селективность, выход).
19. Влияние температуры на скорость и степень превращения вещества для простой обратимой реакции. Оптимальный температурный режим. ЛОТ.
20. Влияние концентрации на скорость процессов.
21. Гетерогенные процессы. Константа скорости гетерогенного процесса, ее зависимость от констант скорости химической реакции и диффузии. Снятие диффузного сопротивления.
22. Гетерогенно-каталитические процессы. Характеристики катализаторов, устройство аппаратов для каталитических реакций.

**Темы к тесту по разделу «Аппараты химических производств»**

1. Моделирование движения потоков
2. Основные типы идеальных реакторов: РИВ, РИС, каскад
3. Реальные реакторы
4. Реакторы гетерогенно-каталитических процессов
5. Решение задач по теме реакторы (эффективность работы реакторов)
6. Адиабатические, изотермические реакторы
7. Реакторы промежуточного режима

8. Решение уравнений теплового баланса
9. Создание и поддержание оптимального температурного режима
10. Материальный и энергетический балансы
11. Решение задач по РК и материальному балансу

**Темы коллоквиума «Химические производства»**

18. Аммиак
19. Азотная кислота
20. Конверсия метана
21. Серная кислота
22. Фосфатные удобрения
23. Карбамид и аммиачная селитра
24. Метанол
25. Уксусный ангидрид и уксусная кислота
26. Формальдегид
27. Изопрен
28. Стирол
29. Капролактамы и синтетическое волокно
30. Полистирол
31. Бутадиен-стирольный каучук
32. Изопреновый каучук
33. Переработка жидкого топлива
34. Переработка твердого топлива

**Общая тематика вопросов по темам химических производств:**

1. Сырье, его подготовка, обогащение, если оно есть
2. Строение, физические и химические свойства получаемого вещества
3. Уравнения происходящих реакций
4. Технологическая схема производства
5. Используемые технологические приемы, расчеты
6. Очистка
7. Экологические аспекты производства
8. Направления использования продукта. Основные производители в России и за рубежом, масштабы производства.

**Работа над рефератом:**

В целях реализации задач дисциплины, поставленных в данной РУПД, часть самостоятельной работы студентов посвящена написанию реферата по индивидуальной теме. Общая направленность реферата – проработка технологических вопросов конкретного химического производства с обязательным рассмотрением следующих вопросов:

- исходное сырье для получения продукта, характеристике физических и физико-химических свойств продукта, области применения и масштабы

производства продукта, характеристика основных способов производства, выбор и обоснование способа производства;

- предприятия-производители в нашей стране и за рубежом
- физико-химические закономерности выбранного технологического процесса (термодинамика, кинетика, катализаторы.);
- технологическая схема процесса получения продукта и ее описание, основные реакционные аппараты, описание процессов в реакторах, схемы реакторов и их описание;
- основные энергетические характеристики процесса, водоподготовка и потребление воды в производстве продукта;
- степень экологической опасности исходного сырья, вспомогательных материалов, полупродуктов продукта. Характеристика источников загрязнения атмосферы (сточные воды, газовые выбросы, твердые отходы)
- перспективные направления развития технологии продукта, новые области его применения.

Темы рефератов:

1. Окисление парафинов. Производство карбоновых кислот. Терефталевая кислота.
2. Фенолформальдегидные и мочевиноальдегидные смолы. Полиуретаны.
3. Искусственные и синтетические волокна, приемы формирования волокон. Каучуки, характеристика каучуков, их производство. Резины.
4. Производство стирола и полистирола
5. Изопрен, производство, история и современность
6. Производство капролактама и капрона
7. Производство окиси этилена
8. Производство чугуна и стали
9. Производства карбоновых кислот (уксусная кислота)
10. Кремнийорганические полимеры.
11. Производство чугуна и стали
12. Производство изопренового каучука
13. Производство ацетальдегида
14. Производство окиси этилена

**Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно на

консультациях согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

### Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценка «Отлично»

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Отчет/ответ составлен грамотно.
- В) Ответы на вопросы полные и грамотные.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Хорошо»

- А), Б) - те же , что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Удовлетворительно»

- А), Б - те же , что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

- А) Программа не выполнена полностью.
- Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.
- В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Модуль I. Химическое производство как система	ПК -3.1 Планирует отдельные стадии технических испытаний при наличии общего плана НИОКР	Знает последовательность стадий технических испытаний  Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы, оценивать	сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1) тест № 1 (ПР-1) (вопросы 1-8, 10-30)  сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1) тест № 1 (ПР-1)	зачет (вопросы 1-18)

			значимость результатов с точки зрения их результативности и применимости	(вопросы 1-8, 10-30)	
			Владеет навыками применения выбранных методов к решению научных задач	отчеты по лабораторным работам (УО-1) тест № 1 (ПР-1) (вопросы 9, 31) Контрольная работа (ПР 2)	
		ПК -3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	Знает возможные технические средства и методы испытаний	сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1) тест № 1 (ПР-1) (вопросы 1-8, 10-30)	вопросы к экзамену 1-24, 41-50
			Умеет правильно выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1) тест № 2 (ПР-1) (вопросы 1-8, 10-30)	
			Владеет навыками применения выбранных методов к решению поставленных задач НИОКР	сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1) тест № 2 (ПР-1) (вопросы 1-8, 10-30) Контрольная работа (ПР 2)	
		ПК -3.4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР	Знает методики подготовки объектов к испытанию	сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1), тест № 2 (ПР-1) (вопросы 1-2, 4-16)	вопросы к экзамену 1-24, 41-50
			Умеет готовить объекты испытаний	сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1), тест № 2 (ПР-1) (вопросы 3, 17,18)	
			Владеет методами подготовки объектов к испытаниям	коллоквиум № 2(УО-2) (вопросы 3, 17,18) Контрольная работа (ПР 2)	
2	Модуль II. Химические реакторы	ПК -3.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР	Знает правила оформления документации НИОКР	домашняя работа, защита теории и отчет по лабораторным работам (УО-1) тест № 2 (ПР-1), (вопросы 1-16)	зачет (вопросы 19-24)

			Умеет готовить документацию по НИОКР	защита теории и отчета по лабораторным работам (УО-1), тест № 2 (ПР-1) реферат (ПР-6)	
			Владеет навыками подготовки документации по НИОКР на всех ее этапах	защита теории и отчет по лабораторным работам(УО-1) тест № 1 (ПР-1) Контрольная работа (ПР 2) реферат (ПР-6)	
3.	Модуль III. Производства неорганических и органических веществ	ПК -5.1 Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	Знает методы поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	защита теорий лабораторных работ(УО-1) тест № 1 (ПР-1) (8-12), коллоквиум 2(УО-2) (задача 17) реферат (ПР-6)	зачет (вопросы 24-41)
			Умеет пользоваться профессиональными базами данных (в т.ч., патентными)	защита теорий лабораторных работ(УО-1) тест № 1 (ПР-1) (вопросы 1-10) реферат (ПР-6)	
			Владеет методами поиска необходимой информации в профессиональных базах данных	защита теорий лабораторных работ (УО-1) тест № 2 (ПР-1) (вопросы1-30, задачи), тест № 2 (ПР-1) (задачи17,18)	
		ПК -5.2 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме	Знает способы поиска литературных источников	защита теорий лабораторных работ(УО-1) тест № 1 (ПР-1) (8-12), тест № 2 (ПР-1) (задача 17) реферат (ПР-6)	
			Умеет оформлять отчеты о выполненной работе по заданной форме	защита теорий лабораторных работ(УО-1) тест № 2 (ПР-1) (вопросы 1-10) реферат (ПР-6)	
			Владеет методами сбора информации по заданной теме из литературных источников и оформления отчетов о выполненной работе по заданной форме	защита теорий лабораторных работ (УО-1) тест № 1 (ПР-1) (вопросы1-30, задачи), тест № 2 (ПР-1) (задачи17,18), реферат (ПР-6)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## **VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

- 1 Общая химическая технология : учебник для химико-механических специальностей вузов : в 2 ч. ч. 1 . Теоретические основы химической технологии / И. П. Мухленов, А. Я. Авербух, Е. С. Тумаркина и др.; под ред. И. П. Мухленова. Изд. 4-е, перераб. и доп. / Стер. изд. Москва : Альянс,-2016.-256с  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:816257&theme=FEFU>
- 2 Общая химическая технология : учебник для химико-механических специальностей вузов : в 2 ч. ч. 2 . Теоретические основы химической технологии / И. П. Мухленов, А. Я. Авербух, Е. С. Тумаркина и др.; под ред. И. П. Мухленова. Изд. 4-е, перераб. и доп. / Стер. изд. Москва : Альянс,-2016.-262с  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:816265&theme=FEFU>
- 3 Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Закгейм А.Ю. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2012.-304с  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html>
- 4 "Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти. [Электронный ресурс] / Капустин В.М.; Под ред. О. Ф. Глаголевой. - М. : Колосс, 2012.-345с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953208253.html>

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Ксензенко В.И. Общая химическая технология и основы промышленной экологии : Учеб. для студ. вузов по химико-технолог. спец. / В.И.Ксензенко, И.М.Кувшинников, В.С.Скоробогатов и др., М. : Химия.-2003.- 328 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:321772&theme=FEFU>
2. Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие/ Д.М. Бородулин, В.Н. Иванец, Кемерово: КемГИИП.-2007.- 168 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4614](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4614)
3. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : Учеб. пособие для вузов / Романков П.Г.,

Фролов В.Ф., Флисюк О.М. - 3-е изд., испр. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2010. - 544с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081826.html>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <http://www.nelbook.ru/>
5. Сайт Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова: <http://www.chem.msu.su/rus/weldept.html>
6. Сайт Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева: <http://www.pxy.ru/>
7. Леонтьева А.И., Брянкин К.В. Общая химическая технология: Учеб. пособие. Ч. 1. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 108 с. <http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2004/leonteva.pdf>
8. Электронно-лекционный курс В.К. Хлесткин, <http://lib.nsu.ru:8080/xmlui/bitstream/handle/nsu/621/Лекция%2001%20Введение.pdf?sequence=1>
9. Библиотека «Учебные материалы» НГУ [http://www.unn.ru/chem/ism/library-edu\\_lit.php](http://www.unn.ru/chem/ism/library-edu_lit.php)

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Пакет программного обеспечения Microsoft Office (Word, Outlook, Power Point, Excel, Photoshop)

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. География. [http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe\\_obshee?discipline\\_oo=16&class=&learning\\_character=&accessibility\\_restriction=](http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learning_character=&accessibility_restriction=)
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Лабораторные занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к зачету .** К сдаче зачета допускаются обучающиеся, выполнившие и сдавшие отчеты по всем заданиям (лабораторным,

самостоятельным), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 560. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА – 1 шт. Доска аудиторная.	Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. L, Этаж 7, каб.759. Аудитория для самостоятельной работы	Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.	Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. L, Этаж 7, каб.760. Аудитория для лабораторных работ	Аквадистиллятор, вибрационный грохот Analisette-3. Fritsch Germany, лабораторная мельница-ступка Pulverisette-2, машина флотационная . 240-ФЛ, электронные лабораторные весы MW-2, термостат жидкостный ЛАБ -ТЖ-ТС - 01/16-150, термостат жидкостный ЛАБ -ТЖ-ТС - 01/8-100, спектрофотометр "ЮНИКО-1200/1201", ПРИБОР ВАКУУМНОГО ФИЛЬТРИРОВАНИЯ ПВФ-35/3. Аквилон, шкаф для	Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU

	<p>хранения реактивов ЛАБ-PRO ШМП 60.50.195 (Длина 600мм Глубина 500мм Высота 1950мм), 4 шкафа вытяжных, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO ШВ 180.80.225 F20, 2 шкафа для хранения реактивов ЛАБ-PRO ШМП 60.50.195 (Длина 600мм Глубина 500мм Высота 1950мм), Колбонагреватель LAB-FH-1000Euro.  Колбонагреватель LAB-FH-500Euro. Колбонагреватель ЛАБ-КН-250LOIP.  Колбонагреватель ЛАБ-КН-500 LOIP-2шт.  Колбонагреватель ЛАБ-КН-1000 LOIP. Магнитная мешалка с подогревом до 300 °СMR-3001Heidolph Германия. Набор сит для грунта d=200 ммс поддоном и крышкой из нержавеющей стали. Лабораторные столы и стулья.</p>	
--	---	--

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины «Химическая технология» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)
2. Презентация / сообщение (УО-3)

Письменные работы:

1. Реферат (ПР-4)
2. Лабораторная работа (ПР-6)
3. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные

коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Презентация / сообщение (УО-3) – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Химическая технология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет с оценкой (5-й, осенний семестр). Зачет по дисциплине включает ответы на 3 вопроса, соответственно по одному для каждого модуля дисциплины.

### **Методические указания по сдаче зачета**

Зачет принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются

преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой.

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка по пятибальной шкале.

Оценки выставляются в электронную ведомость и могут формироваться на основе рейтинга.

Студенты, пропустившие более 10% лабораторных работ и практических занятий без уважительной причины или не отработавшие пропуски занятий по уважительной причине к промежуточной и итоговой аттестации не допускаются.

### **Вопросы к зачету по дисциплине «Химическая технология»:**

1. Химическая технология, как наука и сфера материального производства
2. ХТП и ХТС их структура и способ организации.
3. Расчеты ХТС и ХТП. Моделирование ХТС.
4. Материальные и тепловые балансы ХТС. Эксергетический анализ ХТС.
5. Сырье, способы обогащения твердого, жидкого и газообразного сырья. Комплексное использование сырьевых ресурсов.
6. Водоподготовка.
7. Использование законов термодинамики для химико-технологических расчетов.

8. Стехиометрические расчеты. Степень превращения, селективность, выход для обратимых и необратимых реакций
9. Эксергетический метод термодинамического анализа.
10. Понятие о микро- и макро- кинетике. Скорости необратимых, обратимых, экзотермических, эндотермических, последовательных и параллельных реакций.
11. Классификация ХТП. Значение гидродинамических процессов в химическом производстве. Использование основных законов гидродинамики и гидростатики.
12. Гидродинамика псевдоожиженного слоя.
13. Значение теплообменных процессов и их расчеты. Основные типы теплообменных аппаратов.
14. Моделирование и расчеты массопереноса. Молекулярный и конвективный массообмен.
15. Ректификация. Работа ректификационных колонн. Применение ректификации в химической технологии.
16. Влияние температуры и давления на скорости и степень превращения веществ для обратимых реакций. Понятие об оптимальном температурном режиме.
17. Скорости гетерогенных процессов. Понятие лимитирующей стадии. Зависимость скорости гетерогенного процесса от диффузного и химического сопротивления.
18. Гетерогенно-каталитические процессы. Реакторы для каталитических процессов.
19. Реакторы, работающие в режиме идеального вытеснения, изменение параметров, использование.
20. Реакторы, работающие в режиме идеального смешения, изменение параметров, использование.
21. Каскад реакторов идеального смешения. Преимущества использования каскадов РИС.
22. Реальные реакторы. Однопараметрические модели реакторов.
23. Абсорбционные процессы в производстве кислот, устройство абсорбционных аппаратов.
24. Синтез аммиака, технологические особенности процессов.
25. Технология серной кислоты, выбор сырья, Сравнительный анализ технологических схем.
26. Технология серной кислоты, устройство основных аппаратов, создание оптимального температурного режима.
27. Производство азотной кислоты.
28. Производство азотных удобрений. Аммиачная селитра.
29. Производство карбамида.
30. Производство капролактама.
31. Производство фосфатных удобрений.

32. Электрохимические производства, электролиз воды, электролиз раствора хлорида натрия.
33. Технологические основы производства чугуна и стали.
34. Производство уксусной кислоты и уксусного ангидрида.
35. Химические методы переработки нефти.
36. Производство метанола.
37. Производства на основе синтез газа.
38. Производства изопрена.
39. Технология полимеров на примере каучука.
40. Способы полимеризации и их особенности (эмульсионная, суспензионная, в растворе, блочная).
41. Рациональное использование сырьевых ресурсов

### Примеры задач на зачет:

1 Из 100т полиметаллической руды было получено 84кг молибденового концентрата со степенью концентрации 8,33%. Массовая доля молибдена в концентрате равна 50%. Определите выход концентрата и степень извлечения металла.

2 Исходные концентрации веществ в реакции  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$ , были  $[\text{CO}] = 0,05$  моль/л;  $[\text{Cl}_2] = 0,07$  моль/л. К моменту наступления равновесия прореагировало 50% исходного CO. Вычислить давление газовой смеси в момент равновесия, если температура ее была 50°C.

3 Минеральная вода содержит в 1л 0,3894г ионов кальция и 0,0884г ионов магния, какова ее жесткость?

4 Вычислить под каким давлением степень диссоциации  $\text{N}_2\text{O}_4$  при 50°C равна 50%, если  $K_p$  равна 0,867.

### Критерии выставления оценки студенту на зачете

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание предмета. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.
«хорошо»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание предмета. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
«удовлетворительно»	Студент обнаруживает незнание части проблем, связанных с

	изучением вопроса, допускает ошибки в ответе. Студент обнаружил понимание основной части материала, способность применить полученные знания на практике.
<b>«не удовлетворительно»</b>	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, презентации, реферат, лабораторных работ, контрольно-расчетных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для собеседования / устного опроса**

#### **I. Устный опрос**

**1. Собеседование** (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по теме лабораторной работы.)

**Вопросы для собеседования по темам лабораторных работ:**

## **Текстолит**

Основы технологии полимеров. Характеристики полимеров: линейные и разветвленные полимеры, степень полимеризации, прочность пластичность, растворимость, набухаемость.

Характеристика мономеров. Мономеры реакций полимеризации, мономеры реакций поликонденсации. Функциональность мономеров.

Фенолоформальдегидные смолы. Структура, способы получения, свойства

Сополимеризация, сополимеры.

Композиционные материалы. Примеры композиционных материалов. Способы получения, основные свойства, достоинства по отношению к индивидуальным материалам.

## **Сухая перегонка древесины**

Продукты, получаемые при сухой перегонке древесины

Состав жидких, газообразных продуктов

Использование продуктов, получаемых в процессе перегонки.

Зависимость выхода и состава продуктов от условий проведения процесса.

Получение активированного угля

## **Теплоотдача**

Виды переноса теплоты в теплообменных процессах. Математическое описание теплообменных процессов.

Виды теплоносителей для подвода и отвода тепла.

Классификация теплообменных аппаратов. Принципы работы и устройство теплообменников. Области применения теплообменников различных типов.

Факторы, влияющие на эффективность работы теплообменников.

## **Удельная поверхность**

Вывод уравнения Пуазейля

Характеристика твердых материалов (истинная плотность, насыпная плотность, порозность, удельная поверхность)

Основные законы гидростатики и гидродинамики

Режимы движения жидкости, критерий Рейнольдса

Псевдооживление и использование его в химической технологии

Работа сепаратора и водоструйного насоса

## **Фильтрация**

Неоднородные системы, классификация дисперсных систем

Фильтрация (теоретические основы, аппаратное оформление):

- фильтрация под действием перепада давления
- центробежная фильтрация (центрифугирование)

Мокрая очистка газов

Выбор методов и аппаратов для разделения неоднородных систем

### **Электролиз**

Законы Фарадея

Электролиз NaCl (2 типа электролизеров)

Электролиз расплава NaCl

Электролиз воды

Получение Al электролизом

Необходимость применения электролиза

Примеры электрохимических процессов

### **Коагуляция**

Коагуляция и флокуляция

Строение коллоидной частицы

Отстойники

Зависимость эффективности коагуляции от различных факторов

### **Водоподготовка**

Примеси в воде

Технологические схемы очистки воды в зависимости от целей и задач химического предприятия.

Основные операции водоподготовки. Аппаратурное оформление и теоретические основы методов.

Различные типы жесткости

Методы умягчения воды

Ионообменники. Строение и принцип работы.

### **Ректификация**

Сущность процесса дистилляции (простой перегонки). Преимущества перегонки с дефлегмацией. Аппаратурное оформление дистилляции в лабораторной практике и на производстве.

Сущность метода перегонки с водяным паром. Область применения метода.

Сущность метода молекулярной дистилляции. Область применения метода.

Принцип ректификации. Потoki жидкости и пара в периодическом и непрерывном процессах ректификации.

Аппаратурное оформление ректификации в лабораторной практике и на производстве.

Способы расположения в ректификационных колоннах кипятильников и дефлегматоров.

Флегмовое число. Минимальное и рабочее флегмовые числа.

Кривая равновесия и рабочие линии ректификации.

Теоретическая ступень разделения (теоретическая тарелка) в процессе ректификации. Высота, эквивалентная теоретической тарелке.

Графический метод определения числа теоретических тарелок.

Схема установки для ректификации смесей, содержащих более двух компонентов (трех-, четырех, ..., n-компонентных смесей).

Сущность метода экстрактивной и азеотропной ректификации. Области применения методов.

Сущность процесса выпаривания. Область его практического применения.

### **Флотация      Ситовый анализ**

Классификация процессов измельчения.

Подготовка сырья к переработке

Методы обогащения сырья разного агрегатного состояния.

Рассеивание, гравитационное разделение, флотация, электромагнитная сепарация

Работа гиперсорбера, флотационной камеры

Характеристика твердых материалов: плотность, насыпная плотность, порозность, гранулометрический состав.

### **Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Требования</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
<b>«не зачтено»</b>	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

### **Тематика презентаций**

Презентация и доклад являются формой защиты реферата по теме «Производства»:

**Темы рефератов «Химические производства»**

1. Метанол
2. Уксусный ангидрид и уксусная кислота
3. Формальдегид
4. Изопрен
5. Стирол
6. Капролактамы и синтетическое волокно
7. Полистирол
8. Бутадиен-стирольный каучук
9. Изопреновый каучук
10. Переработка жидкого топлива (крекинг, риформинг)
11. Переработка твердого топлива (газификация, коксование)
12. Производство чугуна и стали

План реферата по темам химических производств:

1. Сырье, его подготовка, обогащение
2. Строение, физические и химические свойства получаемого вещества
3. Уравнения химических реакций процесса
4. Технологическая схема производства
5. Используемые технологические приемы, расчеты
6. Очистка
7. Экологические аспекты производства
8. Направления использования продукта
9. Основные производители в России и за рубежом, масштабы производства

### Критерии оценки презентации

Оценка	2 балла (неудовлетворительно)	3 балла (удовлетворительно)	4 балла (хорошо)	5 баллов (отлично)
<b>Критерии</b>	<b>Содержание критериев</b>			
<b>Раскрытие Проблемы</b>	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы

<b>Представление</b>	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины. Отсутствует иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использовано 1-2 профессиональных термина. Иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей заимствован	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов. Представлен иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов. Представлен самостоятельно сделанный иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей
<b>Оформление</b>	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
<b>Ответы на вопросы</b>	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

### Тематика лабораторных работ

**Лабораторная работа № 1. Техника безопасности. Знакомство с оборудованием лаборатории** Знакомство с оборудованием лаборатории и техникой безопасности

#### **Лабораторная работа № 2. Электролиз**

На примере электролиза раствора сульфата меди изучается процесс электролиза. Выполняются расчеты показателей процесса

#### **Лабораторная работа № 3. Водоподготовка**

Методом ионообменной сорбции устраняется жесткость воды. Рассчитывается карбонатная, некарбонатная и общая жесткость и параметры процесса.

#### **Лабораторная работа № 4. Коагуляция**

Изучается процесс коагуляции, рассчитываются плотность суспензии и скорость ее осаждения

**Лабораторная работа № 5. Ректификация** Изучается процесс ректификации смеси вода-спирт.

### **Лабораторная работа № 6. Флотация**

Изучается один из способов обогащения сырья. Проводится разделение смеси песка и угля в лабораторной установке

### **Лабораторная работа № 7. Текстолит**

Получают фенолформальдегидный полимер и композитный материал

### **Лабораторная работа № 8. Сухая перегонка древесины**

Проводят сухую перегонку древесины исследуют количественный и качественный состав продуктов.

### **Лабораторная работа № 9. Материальный баланс**

Решается задача по расчету материального баланса

### **Лабораторная работа №10. Теплоотдача**

Проводиться эксперимент по изучению процесса переноса теплоты. Осуществляется расчет с использованием критериальных зависимостей.

**Лабораторная работа №11. Фильтрация** Проводиться эксперимент по изучению процесса фильтрования при атмосферном давлении. Осуществляется расчет констант фильтрования.

### **Лабораторная работа №12. Удельная поверхность**

Проводиться эксперимент по определению удельной поверхности сыпучего материала по методу Дерягина (метод газопроницаемости). Осуществляется расчет.

### **Лабораторная работа №13. Ситовый анализ**

Проводиться эксперимент по изучению рассеивания и гранулометрического анализа. Осуществляется расчет.

**Лабораторная работа № 14. Расчеты в реакторах разного типа** Проводиться работа по изучению расчета реакций разного типа в реакторах разного типа. Решаются задачи.

## **Критерии оценки лабораторных работ**

<b>Оценка</b>	<b>Требования</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент выполняет лабораторную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения измерений, правильно самостоятельно определяет цель работы; самостоятельно, рационально выбирает необходимое оборудование для получения наиболее точных результатов проводимой работы. Грамотно и логично описывает ход работы, правильно формулирует выводы, точно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и т.п., умеет обобщать фактический материал. Допускается два/три недочёта или одна негрубая ошибка и один недочёт. Работа соответствует требованиям и выполнена в срок.
<b>«не зачтено»</b>	Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет сделать правильные выводы; не определяет самостоятельно цель работы; в ходе работы допускает одну и более грубые ошибки,

которые не может исправить, или неверно производит наблюдения, измерения, вычисления и т.п.; не умеет обобщать фактический материал. Лабораторная работа не выполнена.
--

## Тематика контрольно-расчетных работ

### II. Письменные работы

1. Тест (ПР-1) (Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Проводятся по разделам: «Основные процессы химической технологии» и «Аппараты для химических процессов») - Фонд тестовых заданий (задания с открытым ответом).

#### Примеры тестовых заданий:

#### Вопросы и задания по разделу

#### «Химико-технологические процессы»

#### Вариант № 1.

1. Расположить в порядке их появления способы моделирования:  
математическое  
эмперическое  
критериальное
2. Изобразить схему рецикла
3. Способы обогащения сырья зависят от его.....
4. Электромагнитное разделение основано на различной.....
5. Высшие карбоновые кислоты применяют во флотации как.....
6. Теплообменник с горячей водой находится в зоне .....  
гиперсорбера
7. Жесткость воды складывается из .....
8. Уравнение реакции устранения временной жесткости воды фосфатным методом .....
9. Какая масса соды необходима для устранения жесткости 1 л воды, насыщенного сульфатом кальция при 20<sup>0</sup> С, если растворимость последнего 2 г/л?
10. Для удаления твердых примесей в сточных водах применяют методы .....
11. Схема аппарата для умягчения воды содовым или известково-содовым методом.
12. Процесс, в котором движущей силой является разница температур, называется.....
13. Выражение для константы скорости гетерогенного процесса.....
14. Основное уравнение гидростатики имеет вид.....
15. Движущая сила процесса фильтрования - .....
16. Тепловой критерий Нуссельта.....
17. Для нагревания выше 170<sup>0</sup>С используют.....

18. Рекуператоры-это.....
19. Изобразить конденсатор смешения.....
20. При конвективной диффузии масса вещества равна произведению.....
21. На диаграмме «состав смеси – температура» нижняя кривая называется .....
22. Снизу ректификационной колонны расположен.....
23. Дефлегматор делит пары на ..... и .....
24. Флегма по составу является .....
25. Изобразить пленочную ректификационную колонну.
26. Селективностью называется.....
27. Константа равновесия для обратимой эндотермической реакции с ростом температуры .....
28. ЛОТ существует для ..... обратимых реакций
29. Контактные массы катализаторов состоят из:.....
30. Объемная скорость в контактном аппарате определяется по формуле.....
31. Расчитать расходные коэффициенты по сырью в производстве фосфата аммония. Фосфорная кислота имеет концентрацию 58%, а аммиак содержит 2% влаги.

### Вопросы и задания по разделу

#### « Аппараты для химических процессов»

#### Вариант № 1.

1. По режиму движения потоков веществ реакторы делят на.....
2. Основным критерием работы реактора является .....
3. Какое время потребуется для достижения  $\chi_A=0,85$  в РИС-Н, если процесс описывается реакцией  $A \rightarrow R$ , с константой скорости  $0,12 \text{ мин}^{-1}$ , а концентрация вещества А в потоке равна  $3 \text{ кмоль/м}^3$ .
4. Расчетное уравнение реактора идеального смешения, работающего в периодическом режиме.....
5. Изобразить графически зависимость  $c=f(x,y,z)$  для РИС.
6. Эффективность РИС-Н ....., чем РИВ-Н.
7. Время пребывания в РИС может быть рассчитано через его объем по формуле.....
8. Каскад – это .....
9. Причинами отклонения реакторов от идеального режима являются.....
10. Критерий Пекле выражается формулой..... и означает.....
11. Для диффузной модели учитывается перемешивание.....
12. В уравнение теплового баланса реактора входят слагаемые.....
13. Что означает каждая величина в выражении  $v\Delta H$  и какой смысл имеет все выражение?

14. Вид уравнения теплового баланса зависит от.....

15. Изобразить зависимость  $\chi = f(T)$  для каскада реакторов с теплообменниками между ними.

16. Искусственная нестационарность – это.....

17. Расчитать расходные коэффициенты по сырью в производстве фосфата аммония. Фосфорная кислота имеет концентрацию 58%, а аммиак содержит 2% влаги.

1. Жидкофазная реакция описывается реакцией  $2A \rightarrow R$  с константой скорости равной  $2,3 \text{ л/моль} \cdot \text{мин}$  протекает в РИС-Н объемом  $0,4 \text{ м}^3$ , Объемный расход реакционной смеси =  $3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ , если  $C_{A0} = 0,5 \text{ кмоль/м}^3$ . Найти производительность реактора по продукту R и рассчитать объем реактора вытеснения для этой производительности.

### **Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке**

#### **Оценка устных ответов:**

##### **Отметка "Отлично"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

##### **Отметка "Хорошо"**

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

##### **Отметка "Удовлетворительно"**

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

##### **Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

#### **Оценка письменных работ:**

Критерии те же. Из оценок за каждый вопрос выводится средняя итоговая оценка за письменную работу.