



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)**

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО
Научный руководитель ОП

УТВЕРЖДАЮ
Директор Департамента химии и
материалов

(подпись) (ФИО)



(А.А. Капустина)

2023г.

Руководитель ОП

(подпись) Капустина А.А.
(ФИО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Химическая технология
Направление подготовки 04.03.01 «Химия»
Фундаментальная и прикладная химия
(совместно с ТИБОХ ДВО РАН и ИХ ДВО РАН)
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 04.03.01 **Химия**, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17 июля 2017 г. № 671

Директор Департамента химии и материалов Капустина А.А.

Составитель: к.х.н., доцент Департамента химии и материалов И.В. Свистунова

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании Департамента химии и материалов протокол от «13» февраля 2023 г. № 07.

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 202 г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 202 г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 202 г. № _____

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 202 г. № _____

Аннотация дисциплины

Химическая технология

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной профессионального блока, Б1.В.01.05 изучается на 3 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 36 часов, лабораторных 54 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента - 27 часов

Язык реализации: русский

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 предварительные компетенции :

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.

УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Технологический	ПК-3 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	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			
ПК-3.3 Выбирает технические средства и	Владеет навыками подготовки документации по НИОКР на всех ее этапах		
	Знает возможные технические средства и		

		методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	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		
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)	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 литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме	Знает способы поиска литературных источников
			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

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Химическая технология» применяются следующие дистанционные

образовательные технологии и методы / активного обучения: деловая игра, работа в малых группах.

I. 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.

Освоение дисциплины основано на знаниях и навыках основных химических предметов: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», а также «Физика» и «Высшая Математика». В ходе курса формируются представления о применении на практике знаний по курсам «Коллоидная химия», «Химия ВМС», которые изучаются позднее.

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине «Химическая технология»

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Технологический	ПК-3 Способен выбирать технические	ПК-3.1 Планирует отдельные стадии технических испытаний	Знает последовательность стадий технических испытаний

	<p>средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>при наличии общего плана НИОКР</p>	<p>Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы, оценивать значимость результатов с точки зрения их результативности и применимости</p>
			<p>Владеет навыками применения выбранных методов к решению научных задач</p>
		<p>ПК -3.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР</p>	<p>Знает правила оформления документации НИОКР</p>
			<p>Умеет готовить документацию по НИОКР</p>
			<p>Владеет навыками подготовки документации по НИОКР на всех ее этапах</p>
		<p>ПК-3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР</p>	<p>Знает возможные технические средства и методы испытаний</p>
			<p>Умеет правильно выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР</p>
			<p>Владеет навыками применения выбранных методов к решению поставленных задач НИОКР</p>
		<p>ПК -3.4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР</p>	<p>Знает методики подготовки объектов к испытанию</p>
			<p>Умеет готовить объекты испытаний</p>
			<p>Владеет методами подготовки объектов к испытаниям</p>
		<p>Технологический</p>	<p>ПК -5 Способен оказывать информационную поддержку специалистам,</p>

	осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	ПК -5.2 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме	Умеет пользоваться профессиональными базами данных (в т.ч., патентными)
			Владеет методами поиска необходимой информации в профессиональных базах данных
			Знает способы поиска литературных источников
			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 виды учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы (144 академических часа)

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Контроль	Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		
1	Модуль I. Химическое производство как система	5	15	14	-	-	-	УО-1; УО-3; ПР-1; ПР-2; ПР-7; ПР-4	Экзамен (вопросы экзамена)
2	Модуль II. Химические реакторы	5	5	14	-	-	36		
3	Модуль III. Производства неорганических и органических веществ	5	16	26	-	-	18	УО-1; УО-3; ПР-1; ПР-2; ПР-7; ПР-4	Экзамен (вопросы экзамена)
Итого:			36	54		-	54		

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. Научоемкость. 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 назначение (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.

ЛАБОРАТОРНЫЕ 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.

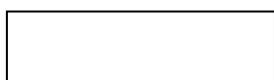
В промышленности существует необходимость в применении концентрированного (обогащенного) сырья, так как при его переработке увеличивается скорость процесса и снижаются энергозатраты.

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 (γ) 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:



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

Где:

γ_{κ} – ВЫХОД КОНЦЕНТРАТА (%);

$\gamma_{\text{хв}}$ – ВЫХОД ХВОСТОВ (%).

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

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

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

где:

γ_{κ} – ВЫХОД КОНЦЕНТРАТА (%);

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

α – количество компонента в исходном сырье (%);

β – количество компонента в концентрате (%);

θ – количество компонента в хвостах (%).

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

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

Если выход концентрата неизвестен:

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

где:

ε_{κ} – показатель извлечения продукта в концентрат (%);

γ_k – выход концентрата (%);

α – количество компонента в исходном сырье (%);

β – количество компонента в концентрате (%);

θ – 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;

α – количество компонента в исходном сырье (%);

β – количество компонента в концентрате (%).

Эффективностью обогащения (η) 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:

η – эффективность обогащения;

ε_k – показатель извлечения продукта в концентрат (%);

γ_k – выход концентрата (%);

α – 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 зерен 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 $m = \sim 10\text{--}15$ г крупных кусков материала, записывая при этом массы взятых навесок.

Первую навеску помещают в камеру для измельчения вместе со стальными мельющими телами. Камеру закрывают крышкой и устанавливают в 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 ₁ =	m ₂ =	m ₃ =
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) – $d_{н}$:

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

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:

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

где:

ω_i – частный остаток на сите (сход), %;

m_i – масса остатка на данном сите, г;

m_o – 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, ω (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 ω_i от среднего размера зерен фракции \bar{d}_i .

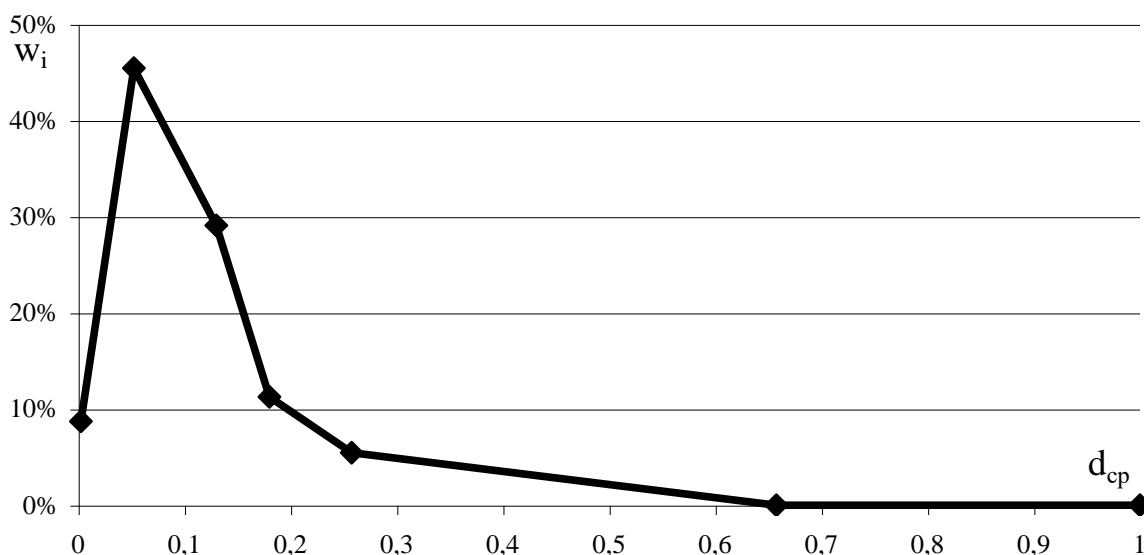


График 1 Зависимость содержания фракций в сыпучем материале ω_i от среднего размера зерен фракции \bar{d}_i

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 %»

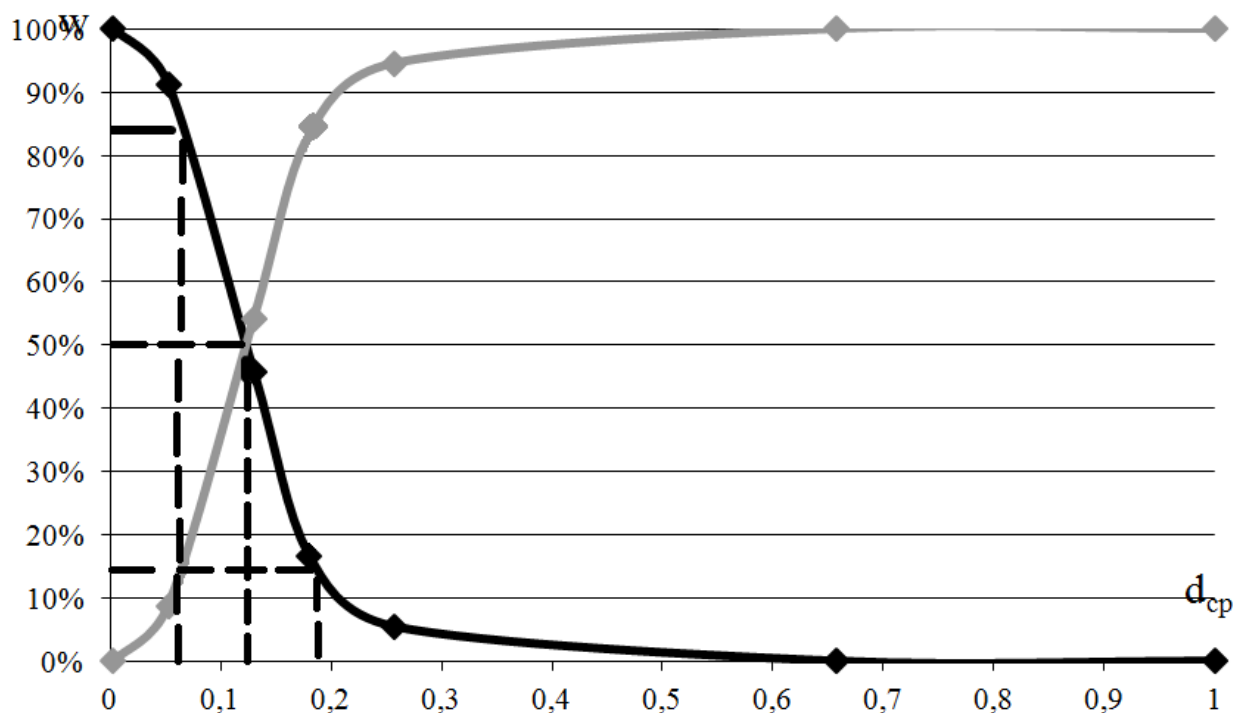


График 2 Зависимость схода и прохода от размера отверстий сит d_i

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);

ω_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:

$$R_0 = \frac{d_{84} - d_{16}}{2d_{50}} * 100\%$$

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 ω_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 гиперсорбера, 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.

V. 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	сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1), лабораторная работа (ПР-7), тест № 1 (ПР-1) (вопросы 1-8, 10-30)	экзамен (вопросы 1-18)

			<p>Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы, оценивать значимость результатов с точки зрения их результативности и применимости</p>	<p>сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1) лабораторная работа (ПР-7), тест № 1 (ПР-1) (вопросы 1-8, 10-30)</p>	
			<p>Владеет навыками применения выбранных методов к решению научных задач</p>	<p>отчеты по лабораторным работам (УО-1), лабораторная работа (ПР-7), тест № 1 (ПР-1) (вопросы 9, 31) Контрольная работа (ПР 2)</p>	
	ПК -3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР		<p>Знает возможные технические средства и методы испытаний</p>	<p>сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1), тест № 1 (ПР-1), лабораторная работа (ПР-7)) (вопросы 1-8, 10-30)</p>	вопросы к экзамену 1-24, 41-50
		<p>Умеет правильно выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР</p>	<p>сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1), лабораторная работа (ПР-7), тест № 2 (ПР-1) (вопросы 1-8, 10-30)</p>		
		<p>Владеет навыками применения выбранных методов к решению поставленных задач НИОКР</p>	<p>сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1), лабораторная работа (ПР-7), тест № 2 (ПР-1) (вопросы 1-8, 10-30) Контрольная работа (ПР 2)</p>		
	ПК -3.4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР		<p>Знает методики подготовки объектов к испытанию</p>	<p>сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1), тест № 2 (ПР-1) (вопросы 1-2, 4-16)</p>	вопросы к экзамену 1-24, 41-50
		<p>Умеет готовить объекты испытаний</p>	<p>сдача теории и отчетов по лабораторным работам (УО-1), тест № 2 (ПР-1) (вопросы 3, 17,18)</p>		

			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)	Экзамен (вопросы 19-24)
			Умеет готовить документацию по НИОКР	защита теории и отчета по лабораторным работам (УО-1), тест № 2 (ПР-1) реферат (ПР-4)	
			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-4)	
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-4)	экзамен (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-4)	
			Владеет методами поиска необходимой информации в профессиональных базах данных	защита теорий лабораторных работ (УО-1) тест № 2 (ПР-1) (вопросы 1-30, задачи), тест № 2 (ПР-1) (задачи 17,18)	
		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-4)	
			Умеет оформлять отчеты о выполненной работе по заданной форме	защита теорий лабораторных работ(УО-1)	

				тест № 2 (ПР-1) (вопросы 1-10) реферат (ПР-4)
			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) (вопросы 1-30, задачи), тест № 2 (ПР-1) (задачи 17,18), реферат (ПР-4)

* Рекомендуемые формы оценочных средств:

- 1) собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); доклад, сообщение (УО-3); круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); и т.д.
- 2) тесты (ПР-1); контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6); лабораторная работа (ПР-7); портфолио (ПР-8); проект (ПР-9); деловая и/или ролевая игра (ПР-10); кейс-задача (ПР-11); рабочая тетрадь (ПР-12); и т.д.
- 3) тренажер (ТС-1); и т.д.

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;

- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
- поиск информации по теме, с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
- подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
- выполнение домашних контрольных работ;
- выполнение тестовых заданий, решение задач;
- составление кроссвордов, схем;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- заполнение рабочей тетради;
- написание эссе, курсовой работы;
- подготовка к деловым и ролевым играм;
- составление резюме;
- подготовка к зачетам и экзаменам;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

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>
5. Свистунова И.В., Чудовский А.С. Практикум по химической технологии/Владивосток - изд. ДВФУ. -2021.-168с.
https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/af4/xn47cwtcy9wd4516qzocin0ly0rzj2e/Свистунова_Чудовский_Практикум_по_химической_технологии.pdf

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: КемТИИП.-2007.- 168 с.
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

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=
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнении аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным занятиям, выполнение тестов и контрольных работ, подготовку доклада-реферата.

Освоение дисциплины «Химическая технология» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Химическая технология» является экзамен.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

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

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений	Оснащенность специальных помещений и	Перечень лицензионного программного обеспечения.
--	--------------------------------------	--

для самостоятельной работы	помещений для самостоятельной работы	Реквизиты подтверждающего документа
<p>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</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.</p>	<p>Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>
<p>690922, Приморский край, г.Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. L, Этаж 7, каб.759. Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.</p>	<p>Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>
<p>690922, Приморский край, г.Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. L, Этаж 7, каб.760. Аудитория для лабораторных работ</p>	<p>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, спектрофонометр "ЮНИКО-1200/1201", ПРИБОР ВАКУУМНОГО ФИЛЬТРИРОВАНИЯ ПВФ-35/3. Аквилон, шкаф для хранения реактивов ЛАБ-ПРО ШМП 60.50.195 (Длина 600мм Глубина 500мм Высота 1950мм), 4 шкафа вытяжных, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-ПРО ШВ 180.80.225 F20, 2 шкафа для хранения реактивов ЛАБ-ПРО ШМП 60.50.195 (Длина 600мм Глубина 500мм Высота 1950мм), Колбонагреватель LAB-FH-1000Euro. Колбонагреватель LAB-FH-500Euro. Колбонагреватель ЛАБ-КН-250LOIP.</p>	<p>Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>

	<p>Колбонагреватель ЛАБ-КН-500 LOIP-2шт. Колбонагреватель ЛАБ-КН-1000 LOIP. Магнитная мешалка с подогревом до 300 °СМR-3001Heidolph Германия. Набор сит для грунта d=200 ммс поддоном и крышкой из нержавеющей стали. Лабораторные столы и стулья.</p>	
--	--	--