

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Авторы-составители: **Чугайнова Лариса Валентиновна**
Елохов Александр Михайлович

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ
Код УМК 102378

Утверждено
Протокол №1
от «25» февраля 2025 г.

Пермь, 2025

1. Наименование дисциплины

Основы химической технологии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок « ОП » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **18.02.12** Технология аналитического контроля химических соединений
направленность не предусмотрена

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Основы химической технологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений (направленность : не предусмотрена)

ПК.2.2 Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами

ПК.2.3 Проводить метрологическую обработку результатов анализов

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений (направленность: не предусмотрена) на базе основного общего
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	98
Проведение лекционных занятий	42
Проведение практических занятий, семинаров	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	46
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Дифференцированный зачет (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Основные понятия химической технологии

Ключевые понятия химической технологии. ХТП и ХТС

Понятие о химико-технологическом процессе (ХТП). Стадии ХТП. Классификация химико-технологических процессов. Технологические схемы. Технологический режим. Основные критерии эффективности химико-технологических процессов: производительность, мощность, интенсивность, степень конверсии, селективность, выход продукта. Связь между степенью конверсии, селективностью и выходом продукта. Качество готовой продукции. Материальный и тепловой баланс химико-технологического процесса. Принцип составления материального и теплового балансов. Пример составления материального баланса производства окиси этилена прямым каталитическим окислением этилена воздухом

Показатели эффективности химико-технологического процесса

Кинетические уравнения. Кинетика простых, обратимых, параллельных и последовательных реакций. Способы увеличения скорости гомогенных химических процессов. Влияние температуры на скорость химических уравнений: уравнение Аррениуса. Влияние давления на скорость гомогенных газовых реакций. Необходимость селективного увеличения скорости целевой реакции при проведении сложных реакций. Пути увеличения селективности в сложных процессах: влияние температуры, давления, концентрации реагентов на селективность

Химико-технологический процесс

Термодинамический анализ ХТП

Методы осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом. Использование технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции. Значение промышленности неорганических веществ в народном хозяйстве. Принципы химического и фазового равновесия. Понятие о химической технологии. Задачи курса. Объекты изучения. Методы изучения курса. Классификация физико-химических систем (ФХС). Анализ ФХС. Материальный баланс. Расчеты на основе материального баланса. Химический потенциал. Характеристические функции. Физико-химические условия, определяющие перенос веществ. Термодинамические характеристики и свойства веществ и химических систем. Влияние температуры и давления на свойства веществ и физико-химических систем. Зависимость их термодинамических характеристик от давления

Кинетический анализ ХТП

Основные понятия химической кинетики. Скорость химической реакции. Частный порядок реакции. Механизм реакции. Лимитирующая стадия. Влияние различных факторов на скорость, выход и селективность простых и сложных реакций

Катализ в химической промышленности

Применение катализаторов в химической технологии. Механизм действия катализаторов. Гомогенный катализ. Промышленное использование гомогенных каталитических процессов. Гетерогенный катализ

Учение о химических реакторах

Классификация химических реакторов

Реакторы гетерогенно-каталитических процессов. Типичные промышленные реакторы периодического и непрерывного действия. Классификация реакторов по подводу и отводу теплоты. Выпарные аппараты, их конструкция, применение

Расчет режимов работы химических реакторов

Основные расчетные уравнения для выпарных аппаратов. Расчеты материальных и энергетических потоков реактора. Расчеты материального и теплового баланса реактора. Описание работы реактора по технологической схеме, с указанием направления движения материальных и тепловых потоков

Сырьевая и энергетическая база химической промышленности

Сырье и его подготовка

Сырье. Полупродукты. Отходы. Источники сырья. Виды сырья. Основные направления использования различного вида сырья. Изыскание и применение дешевого сырья. Отходы производства, как источник сырья. Комплексное использование сырья. Применение концентрированного сырья. Обогащение. Концентраты, хвосты, их отличия по физическим, физико-химическим, химическим свойствам. Методы обогащения сырья. Термическое обогащение. Химические способы обогащения

Вода в химической промышленности

Основные источники воды. Водоподготовка, требования, предъявляемые к воде. Характеристики воды. Основные источники загрязнения воды. Классификация методов очистки вод

Энергия в химической промышленности

Источники энергии. Энергетическая ценность. Виды энергии. Вторичные энергетические ресурсы. Коэффициент использования энергии. Устройство и принцип работы рекуператора, регенератора, котла-утилизатора

Контроль качества сырья и готовой продукции

Этапы контроля качества сырья и готовой продукции

Сырье: Входной контроль. Визуальный осмотр. Методы испытаний. Проверка сопроводительной документации. Отбор проб и образцов. Фиксация результатов. Готовая продукция: Финальный контроль. Визуальный осмотр. Проверка функциональности. Соответствие маркировке и упаковке. Продукция, прошедшая контроль, продукция, не прошедшая контроль

Методы контроля качества в химической промышленности

Лабораторные, инструментальные и статистические методы. Лабораторные методы: Титриметрический (объемный) анализ. Гравиметрический анализ. Электрохимические методы (потенциометрия, кондуктометрия).

Инструментальные. Спектральные. Хроматографические. Масс-спектрометрия. Статистические. Контрольные карты. Выборочный статистический контроль. Нормативные документы

Технология важнейших химических производств

Технология связанного азота

Техническое и экономическое значение производства азотной кислоты. Методы производства азотной кислоты. Химическая и принципиальная схема производства разбавленной азотной кислоты из аммиака. Химическая схема производства, основные реакции. Принципиальная схема производства азотной кислоты из аммиака. Физико-химические основы производства. Контактное окисление аммиака

Технология неорганических солей

Классификация сырья для производства солей. Методы получения неорганических солей. Использование

аппаратуры для технологических процессов. Экологические аспекты производства неорганических солей

Нефте- и газопереработка

Первичные и вторичные способы переработки нефти. Состав и происхождение нефти. Перегонка нефти.

Товарные нефтепродукты. Крекинг жидких нефтепродуктов. Добыча природных газов. Очистка горючих газов

Классификация газообразных топлив. Природный газ и его применение. Состав попутных нефтяных газов и газов нефтепереработки. Использование природного и нефтяных газов в качестве топлива и химического сырья.

Основной органический синтез

Производство этилового спирта методом прямой гидратации. Физико-химические основы процесса. Оптимальные условия и показатели процесса. Технологическая схема процесса и устройство реактора.

Пути дальнейшего совершенствования процесса. Процессы алкилирования. Химическая схема производства фенола и ацетона кумольным методом. Алкилирование бензола пропиленом.

Физико-химические основы процесса. Выбор оптимального технологического режима процесса.

Технологическая схема и аппаратное оформление процесса

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Атманских, И. Н. Химическая технология : учебно-методическое пособие / И. Н. Атманских, С. С. Нохрин, А. Р. Шарафутдинов ; под редакцией С. С. Нохрин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 120 с. — ISBN 978-5-7996-1603-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66002.html>

2. Швалёв, Ю. Б. Общая химическая технология. Ч.2. Промышленные химико-технологические процессы : учебное пособие / Ю. Б. Швалёв, Д. А. Горлушко. — 2-е изд. — Томск : Томский политехнический университет, 2020. — 193 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/134332.html>

Дополнительная:

1. Химическая технология органических веществ : учебное пособие / Т. Н. Качалова, Ф. Р. Гариева, В. И. Гаврилов, С. А. Бочкова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. — 138 с. — ISBN 978-5-7882-0523-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63542.html>

2. Солодова, Н. Л. Химическая технология переработки нефти и газа : учебное пособие / Н. Л. Солодова, Д. А. Халикова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. — 120 с. — ISBN 978-5-7882-1220-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/62720.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Основы химической технологии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
2. Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
3. Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор переносной, ноутбук переносной, экран переносной) с соответствующим программным обеспечением, доска меловая, учебная мебель (столы, стулья)..

Для проведения занятий семинарского (практического) типа, лабораторных работ, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – Лаборатории физико-химических методов анализа (ОАО «СМЗ»), оснащенная специализированным оборудованием и компьютером с соответствующим программным обеспечением.

Для самостоятельной работы: аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещение библиотеки СГПИ филиал ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся оснащено:

компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ПГНИУ (ЕТИС (**student.psu.ru**)).

Библиотека оборудована: специализированной мебелью, меловой доской, проектором, экраном, компьютерами, ноутбуками, телевизором.

Все компьютеры, установленные в помещении библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice;

Kaspersky Endpoint Security for Business;

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»;

Яндекс.Браузер (свободно распространяемое ПО).

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Основы химической технологии**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.2.2 Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами	Знать основные методы оценки качества сырья и готовой продукции. Уметь проводить расчеты содержания основного вещества и примесей по результатам химического анализа сырья и готовой продукции. Владеть навыком расчета химико-технологических показателей эффективности химико-технологических процессов	<p style="text-align: center;">Неудовлетворительно</p> Не знает основные методы оценки качества сырья и готовой продукции. Не умеет проводить расчеты содержания основного вещества и примесей по результатам химического анализа сырья и готовой продукции и не владеет навыком расчета химико-технологических показателей эффективности химико-технологических процессов <p style="text-align: center;">Удовлетворительно</p> Знает основные методы оценки качества сырья и готовой продукции. Не умеет проводить расчеты содержания основного вещества и примесей по результатам химического анализа сырья и готовой продукции и не владеет навыком расчета химико-технологических показателей эффективности химико-технологических процессов <p style="text-align: center;">Хорошо</p> Знает основные методы оценки качества сырья и готовой продукции. Не умеет проводить расчеты содержания основного вещества и примесей по результатам химического анализа сырья и готовой продукции или не владеет навыком расчета химико-технологических показателей эффективности химико-технологических процессов <p style="text-align: center;">Отлично</p> Знает основные методы оценки качества сырья и готовой продукции. Умеет проводить расчеты содержания основного вещества и примесей по результатам химического анализа сырья и готовой продукции. Владеет навыком расчета химико-технологических показателей эффективности химико-технологических процессов
ПК.2.3	Знать основные процедуры	<p style="text-align: center;">Неудовлетворительно</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
Проводить метрологическую обработку результатов анализов	метрологической обработки результатов анализа. Уметь оценивать приемлемость и достоверность результатов химического анализа и расчетов показателей эффективности химико-технологических показателей.	<p>Неудовлетворительно Не знает основные процедуры метрологической обработки результатов анализа. Не умеет оценивать приемлемость и достоверность результатов химического анализа или расчетов показателей эффективности химико-технологических показателей.</p> <p>Удовлетворительно Знает основные процедуры метрологической обработки результатов анализа. Не умеет оценивать приемлемость и достоверность результатов химического анализа и расчетов показателей эффективности химико-технологических показателей.</p> <p>Хорошо Знает основные процедуры метрологической обработки результатов анализа. Не умеет оценивать приемлемость и достоверность результатов химического анализа или расчетов показателей эффективности химико-технологических показателей.</p> <p>Отлично Знает основные процедуры метрологической обработки результатов анализа. Умеет оценивать приемлемость и достоверность результатов химического анализа и расчетов показателей эффективности химико-технологических показателей.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Дифференцированный зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.2.2 Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами ПК.2.3 Проводить метрологическую обработку результатов анализов	Кинетический анализ ХТП Письменное контрольное мероприятие	Уметь рассчитывать показатели эффективности химико-технологического процесса
ПК.2.2 Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами ПК.2.3 Проводить метрологическую обработку результатов анализов	Расчет режимов работы химических реакторов Письменное контрольное мероприятие	Уметь проводить расчет режимов работы идеальных моделей реакторов
ПК.2.2 Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами ПК.2.3 Проводить метрологическую обработку результатов анализов	Основной органический синтез Защищаемое контрольное мероприятие	Умение моделировать химико-технологический процесс в лаборатории и оценивать его эффективность

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.2.2 Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами ПК.2.3 Проводить метрологическую обработку результатов анализов	Итоговый контроль Итоговое контрольное мероприятие	Знание процессов получения основной химической продукции. Умение проводить расчеты сырья для получения продукции и оценивать эффективность химико-технологических процессов

Спецификация мероприятий текущего контроля

Кинетический анализ ХТП

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на расчет материального баланса	10
Решение задачи на расчет расходных коэффициентов	5
Решение задачи на расчет выхода и степени превращения	5

Расчет режимов работы химических реакторов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на расчет каскадов или схем реакторов	10
Решение задачи на расчет реакторов идеального смешения	5
Решение задачи на расчет реакторов идеального вытеснения	5

Основной органический синтез

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторного практикума и подготовка отчетов	10
Защита отчетов по теме "технология важнейших производств"	5
Защита отчетов по теме "сырьевая и энергетическая база химической промышленности"	5

Итоговый контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Ответ на теоретический вопрос по основным химическим производствам	10
Составление материального или теплового баланса процесса	10
Решение задачи на оценку эффективности химико-технологического процесса	10
Решение задачи на расчет сырья и его анализ	10