

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

**Кафедра неорганической химии, химической технологии и техносферной
безопасности**

Авторы-составители: **Неволина Татьяна Анатольевна
Байбародских Даниил Владимирович
Зубарев Михаил Павлович
Елохов Александр Михайлович**

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
Код УМК 64551

Утверждено
Протокол №4
от «19» марта 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Химическая технология

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия

направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Химическая технология** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.01 Химия (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области

ОПК.7 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях

ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений

ПК.10 владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат

ПК.7 владеть навыками расчета основных технических показателей технологического процесса

ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.03.01 Химия (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№.№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	8
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	56
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (8 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Химическая технология. Первый семестр

Программа курса химической технологии в университетском образовании состоит из трех основных частей: теоретические основы химической технологии, процессы и аппараты химической технологии, важнейшие химические производства. Ознакомительная практика включает посещение предприятий, связанных с химическими производствами, и защиту отчетов.

Введение. Химическое производство как сложная химико-технологическая система

Химическая технология (ХТ) как наука. Цели, задачи, содержание дисциплины ХТ. Назначение курса химической технологии на современном этапе. Краткий обзор развития химического производства и химической технологии. Основные продукты химической промышленности, динамика и масштабы их производства. Связь ХТ с другими науками. Основные определения и принципы химической технологии (ХТ). Показатели химического производства: технологические, экономические и эксплуатационные. Химико-технологический процесс и его содержание. Материальные и энергетические балансы технологических систем.

Химическое производство как сложная химико-технологическая система (ХТС)

Основы разработки химических производств. Основные понятие и применения системного подхода ХТС. Состав и структура ХТС. Классификация элементов ХТС по виду процессов и назначение (механические, гидравлические, массообменные, тепловые, химические, элементы управления). Классификация связей элементов ХТС (потоков). Топология системы. 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.

Сырье и энергетика химической промышленности

Сырье и ее подготовка

Классификация и характеристика сырья химических производств. Запасы сырья по категориям и прогнозные оценки его использования. Факторы, определяющие цену сырья. Тенденции развития сырьевой базы. Требования, применяемые к сырью. Подготовка сырья: измельчение, классификация, обогащение. Обогащение минерального сырья (гравитационное, электромагнитное, электростатическое, термическое, флотация, концентрирование). Обогащение газов – конденсация, испарение, абсорбция-десорбция. Показатели процесса обогащения. Возобновляемые и невозобновляемые источники сырья. Проблемы комплексного и безотходного использования сырья. Полупродукты и отходы производства и быта как сырье. Вторичные материальные ресурсы

Вода в химической промышленности

Вода как сырье и вспомогательный компонент химического производства. Источники воды. Природные воды. Показатели качества воды. Водоподготовка: механическая, умягчение химическими и физико-химическими способами. Сточные воды химических производств. Способы очистки сточных вод: механическая, химическая биологическая. Промышленная водоподготовка: основные стадии и методы очистки воды от примесей. Организация водооборота на химическом предприятии.

Энергия в химической промышленности

Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах. Сущность комплексного энергохимического использования горючих ископаемых и использования тепла экзотермических процессов, регенерации и повторного использования энергии. Основные направления повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов

Физико-химические закономерности в химической технологии

Классификация химических реакций. Равновесие. Константа химического равновесия, выраженная через концентрации, парциальное давление, мольные доли. Взаимосвязь вышеперечисленных констант равновесия. Условия устойчивого равновесия. Факторы, влияющие на состояние равновесия. Термодинамика химико-технологических процессов. Влияние термодинамических параметров на глубину протекания химико-технологических процессов. Кинетика химико-технологических процессов. Понятие о микро- и макрокинетики. Влияние различных факторов на скорость химических процессов, протекающих на микроуровне. Типы химико-технологических процессов: гомогенные и гетерогенные. Гомогенные процессы: химическое равновесие и кинетика процессов. Влияние основных факторов на скорость реакции. Гетерогенные процессы: равновесие, кинетика. Определение лимитирующей стадии процесса и его интенсификация. Влияние температуры, скоростей потоков и концентраций реагирующих веществ на скорость процессов, протекающих в диффузионной, переходной и кинетической областях. Влияние соотношения скоростей химической и диффузионной стадий на скорость химико-технологического процесса. Возможности перевода процесса из одной области в другую.

Катализ в химической технологии

Сущность и виды катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Основные стадии и кинетические особенности гетерогенно-каталитических процессов. Технологические характеристики катализаторов, состав, способы приготовления. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Основные типы контактных аппаратов.

Химические реакторы

Общая классификация реакторов

Понятие о химическом реакторе как основном аппарате химико-технологического процесса. Требования к промышленным химическим реакторам. Основы математического моделирования процесса в химическом реакторе. Классификация химических реакторов.

Реакторы с различными режимами движения среды

Классификация химических реакторов по режиму движения среды: реактор идеального смешения периодический (РИС-П), реактор идеального смешения непрерывный (РИС-Н), реактор идеального вытеснения непрерывный (РИС-Н). Их характеристика, конструктивные особенности и области применения. Каскад реакторов идеального смешения непрерывных. Особенности проведения химико-технологических процессов в каскаде. Сравнение реакторов различных типов при проведении химических реакций различных типов.

Реакторы с различными тепловыми режимами

Классификация реакторов по тепловому режиму. Уравнения теплового баланса адиабатических, изотермических и политропических реакторов. Основные способы решения уравнений теплового баланса. Выбор типа реактора с учетом теплового режима. Создание оптимального теплового режима в химических реакторах. Основные практические приемы, обеспечивающие оптимальный температурный режим работы реактора. Конструкции химических реакторов для различных тепловых режимов.

Процессы и аппараты химической технологии

Типовые процессы химической технологии – элементы ХТС. Классификация процессов в зависимости от их функционального назначения и лежащих в их основе физико-химических законов, определяющих направление и скорость этих процессов. Сопряжение в химико-технологических аппаратах различных

типов процессов.

Элементы теории подобия

Основы теории подобия. Виды и теоремы подобия.

Гидравлика

Свойства жидкости. Основы гидростатики: гидростатическое давление и его свойства, дифференциальные уравнения равновесия Эйлера, основное уравнение гидростатики. Основы гидродинамики: характеристика режимов движения жидкостей, дифференциальные уравнения движения Эйлера, дифференциальные уравнения движения Навье-Стокса, уравнение Бернулли. Основные критерии гидродинамического подобия и их физический смысл. Гидравлика псевдооживленного слоя зернистого материала. Аппараты кипящего слоя. Общие сведения о насосах и компрессорных машинах.

Гидромеханические процессы

Характеристики гетерогенных систем Методы разделения гетерогенных систем: осаждение, фильтрование. Закон Стокса. Основные аппараты для разделения гетерогенных систем. Характеристика процесса перемешивания материалов, основные аппараты и конструкции механических мешалок.

Тепловые процессы

Роль тепловых процессов в химической технологии. Движущая сила процесса, виды переноса тепла. Характеристика теплопроводности (закон Фурье). Конвективный теплообмена (закон Ньютона-Рихмана и дифференциальное уравнение Фурье-Кирхгофа). Основные критерии теплового подобия, общий вид критериальных уравнений. Тепловое излучение: закон Стефана-Больцмана и Кирхгофа. Теплопередача через плоскую стенку. Технологические способы нагрева и охлаждения. Теплообменные аппараты. Основы выпаривания. Сущность однокорпусного и многокорпусного выпаривания. Устройства выпарных аппаратов.

Массообменные процессы

Классификация основных массообменных процессов. Фазовое равновесие. Механизм массообмена внутри фазы: молекулярная диффузия (закон Фика) и конвективный перенос. Основное уравнение массопередачи. Дифференциальные и критериальные уравнения массообмена. Диаграммы равновесия. Движущая сила массопередачи. Физико-химические основы и принципы организации разделения смесей веществ методами перегонки, абсорбции, ректификации, экстракции, адсорбции. Ректификация: механизм взаимодействия флегмы и пара на контактных устройствах колонн. Влияние флегмового числа на работу колонн. Физические основы абсорбции и адсорбции. Основные виды промышленных сорбентов и их характеристика. Конструкции ректификационных, абсорбционных колонн и адсорберов.

Важнейшие химические производства

При рассмотрении важнейших химических производств анализируются принципы организации технологической схемы, выбор технологических режимов и аппаратного оформления процессов, использование специальных конструкционных и функциональных материалов, общие сведения об основных источниках промышленных отходов и выбросов, их воздействие на окружающую среду, решение задач ресурсо- и энергосбережения.

Технология неорганических веществ

Технология связанного азота. Схема современного производства аммиака из природного газа. Многоступенчатая схема приготовления и очистки азото-водородной смеси. Особенности циркуляционной схемы синтеза аммиака; физико-химические основы выбора оптимальных условий

синтеза; катализаторы в производстве аммиака. Функциональная, технологическая схема и аппаратное оформление. Современная технологическая схема производства азотной кислоты. Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов селективного окисления аммиака, оксидов азота и их абсорбции. Каталитическое обезвреживание отходящих газов. Концентрирование азотной кислоты. Производство азотных удобрений: нитрата аммония и карбамида. Физико-химические условия, схемы производств и области их применения.

Производство серной кислоты. Современное состояние производства и потребления серной кислоты в мире. Основные виды сырья (природная сера, колчедан, сероводород) для производства серной кислоты. Особенности технологических схем и аппаратного оформления (типы печей для обжига, устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры) получения серной кислоты в зависимости от исходного сырья. Схема ДК-ДА.

Переработка фосфорсодержащего сырья. Виды фосфорсодержащего сырья: апатиты и фосфориты, мировые запасы и основные месторождения. Электротермический способ получения элементарного фосфора и термической фосфорной кислоты. Физико-химические основы разложения природных фосфатов серной, азотной и фосфорной кислотами. Экстракционная фосфорная кислота как основа производства минеральных удобрений. Аппаратное оформление процесса. Состав и концентрация образующейся фосфорной кислоты в зависимости от температуры и способа разложения апатита. Выделение и утилизация фтористых газов. Основные процессы производства концентрированных и комплексных удобрений: двойного суперфосфата, аммофоса, нитроаммофоски.

Производство калийных удобрений. Характеристика калийных удобрений. Виды сырья. Галургический и флотационный способ производства хлорида калия из сильвинита: особенности технологических схем и аппаратного оформления.

Электрохимические производства. Технологические особенности процесса электролиза водного раствора хлорида натрия. Типы промышленных электролизеров: с твердым катодом (диафрагменный и мембранный); с ртутным катодом. Основные стадии производства хлора и каустической соды. Хранение и транспортировка жидкого хлора. Осушка и перекачка водорода. Выпарка и плавка каустической соды.

Производство соляной кислоты: физико-химические основы и схемы производства. Уровень энергозатрат в электрохимических производствах и их доля в себестоимости продукции.

Производство силикатных материалов. Классификация и характеристика изделий силикатной промышленности. Типовые процессы технологии силикатных материалов. Состав, строение и классификация стекол. Сырье в стекольной промышленности. Зависимость свойств стекла от его состава. Физико-химические процессы, протекающие при варке стекломассы. Способы формования стеклянных изделий: вытягивание, прокат, литье, выдувание, прессование.

Переработка углеродсодержащего сырья

Комплексное использование нефти, природного газа, угля и древесины в качестве сырья химических производств.

Мировые запасы, виды твердых топлив и их характеристика. Термическая переработка угля.

Коксование, устройство и работа коксовых печей. Состав и пути использования продуктов коксования:

Газификация твердого топлива. Производство жидких углеводородов на основе твердого топлива.

Переработка нефти. Мировые запасы нефти, состав и свойства нефти. Подготовка нефти к переработке.

Физические и химические методы переработки нефти: прямая перегонка, ректификация, термический и каталитический крекинг, пиролиз, риформинг и коксование. Применяемые катализаторы. Основные целевые продукты нефтепереработки и их характеристика. Экологические проблемы при добыче, транспорте и переработке нефти.

Газообразное топливо. Классификация и состав газообразных топлив. Мировые запасы природного газа.

Переработка нефтяных газов: попутного и газов нефтепереработки. Общая схема переработки

углеводородных газов: очистка, осушка и конверсия.

Силикатная промышленность

Понятие о силикатных материалах. Основные виды сырья и силикатных материалов. Основные технологические стадии производства силикатных материалов.. Общие сведения о ситаллах и керамике. Производство стекла: сырье, виды стекла, выпускаемые промышленностью, основное оборудование.

Технология основного органического синтеза

Сырье, продукты и особенности основного органического синтеза. Производство непредельных углеводородов: этилена, пропилена и ацетилен. Термический и термоокислительный пиролиз газообразных и жидких углеводородов. Печи пиролиза. Разделение продуктов и тонкая очистка. Производство кислородсодержащих органических соединений. Синтезы на основе оксида углерода. Получение углеводородов на основе синтез-газа. Синтез Фишера-Тропша. Оксосинтез. Производство метанола, этанола: основные стадии процесса, катализаторы и аппаратное оформление. Пути использования метанола в производстве кислот, формальдегида, непредельных углеводородов и синтетического топлива. Производство ароматических углеводородов: стирола и фенола. Физико-химические основы процесса, технологическая схема, свойства и применение.

Технология полимерных материалов

Пластмассы, каучуки, химические волокна и полимерные композиционные материалы как основные виды полимерных материалов.

Производство пластмасс. Основные типы пластмасс. Промышленное получение полимеризационных пластмасс: полиэтилена (низкой и высокой плотности), полипропилена, полистирола, поливинилхлорида: аппаратное оформление, параметры технологических режимов и области применения. Основные способы полимеризации в промышленности: в газовой фазе, эмульсионная, суспензионная, в растворе, блочная полимеризация. Преимущества и недостатки этих способов.

Поликонденсационные пластмассы: феноло-формальдегидные, мочевино-альдегидные, наволачные и резольные смолы. Аппаратное оформление, основные свойства и области их применения.

Химические волокна. Значение, классификация и общие принципы производства химических волокон. Искусственные волокна на основе целлюлозы (вискозные и ацетатные) и синтетические (капроновое и лавсановое). Аппаратура и технологические схемы производства, основные приемы формования волокон из растворов и расплавов. Свойства и области применения.

Производство каучуков. Виды каучуков: натуральные, синтетические и их характеристика. Аппаратура и технологические схемы производства изопренового, бутадиенового и бутадиен-стирольного каучуков. Переработка каучука в резину. Компоненты резиновых смесей, процессы вулканизации. Наполнители.

Итоговое контрольное мероприятие

Итоговое контрольное мероприятие (ИКМ) является последним контрольным мероприятием в графике контрольных мероприятий по данной дисциплине в учебном периоде. Форма ИКМ – экзамен, который проводится после изучения дисциплины в часы контактной работы преподавателя со студентами в устно-письменной форме. На экзамене студенту предоставляются справочная литература для решения задач, технологические схемы и схемы устройств аппаратов.

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 аудиторские 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. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. — Москва : Логос, 2014. — 304 с. — ISBN 978-5-98704-497-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66419.html>

Дополнительная:

1. Кондауров Б. П., Александров В. И., Артемов А. В. Общая химическая технология: учеб. пособие для вузов/Б. П. Кондауров, В. И. Александров, А. В. Артемов.-М.:Академия,2005, ISBN 5-7695-1792-1.-336.- Библиогр.: с. 328

2. Кутепов А. М., Бондарева Т. И., Беренгартен М. Г. Общая химическая технология: учеб. пособие/А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен.-М.:Выш. шк.,1990, ISBN 5-06-000493-7.-519.-Библиогр.: с.510-511 . - Предм. указ.: с. 512-516

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 **Химическая технология** 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 выполнении 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, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением.

Для проведения лабораторных занятий: лаборатория химической технологии, оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

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.

Для проведения групповых (индивидуальных) консультаций: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля: аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Химическая технология**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.7 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p>	<p>ЗНАТЬ: правила техники безопасности. УМЕТЬ: пользоваться правилами техники безопасности и реализовать их в лабораторных и технологических условиях; организовать рабочий процесс в соответствии с нормами техники безопасности ВЛАДЕТЬ: основными навыками безопасной работы в химической лаборатории и на технологической площадке</p>	<p align="center">Неудовлетворител пренебрежение нормами ТБ при работе выполнении лабораторных работ</p> <p align="center">Удовлетворительн знание минимальных требований к технике безопасности</p> <p align="center">Хорошо правильное соблюдение норм техники безопасности за все время выполнения работы.</p> <p align="center">Отлично полное знание техники безопасности работа без единого малейшего нарушения ТБ</p>
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>ЗНАТЬ: основные теории, учения и концепции химической технологии УМЕТЬ: применять на практике теоретический материал; оценивать безопасность конкурентного технологического процесса и производства в целом ВЛАДЕТЬ: навыками разработки безопасных технологических процессов</p>	<p align="center">Неудовлетворител отсутствие основных знаний теоретических основ химической технологии</p> <p align="center">Удовлетворительн знание основных фундаментальных понятий химической технологии, Умение разбираться в первичной технологической документации</p> <p align="center">Хорошо Знание основ химической технологии и устройств основных крупнотоннажных производств. Умение разбираться в технологической документации. Владение навыками составления основных технологических документов к ранее разработанному производству</p> <p align="center">Отлично Знание основ химической технологии и устройств основных производств. Умение разбираться в технологической документации. Владение навыками составления основных технологических документов к ранее разработанному</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center">Отлично</p> <p>производству и анализа безопасности используемого процесса, а также разработки новых технологических процессов и внесения изменений в существующие.</p>
<p>ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений</p>	<p>ЗНАТЬ основные методы поиска, обработки и анализа научной и научно-технической информации УМЕТЬ проводить поиск, обработку и анализ научной и научно технической информации при решении производственных задач ВЛАДЕТЬ навыком формулировки выводов и предложения на основании анализа научной и научно-технической литературы при решении производственных задач</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные методы поиска, обработки и анализа научной и научно-технической информации. Не умеет проводить поиск, обработку и анализ научной и научно технической информации при решении производственных задач. Не способен формулировать выводы и предложения на основании анализа научной и научно-технической литературы при решении производственных задач.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Имеет общее представление об основных методах поиска, обработки и анализа научной и научно-технической информации. Частично умеет проводить поиск, обработку и анализ научной и научно технической информации при решении производственных задач. Частично способен формулировать выводы и предложения на основании анализа научной и научно-технической литературы при решении производственных задач.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания основных методов поиска, обработки и анализа научной и научно-технической информации. Умеет проводить поиск, обработку и анализ научной и научно технической информации при решении производственных задач. Частично способен формулировать выводы и предложения на основании анализа научной и научно-технической литературы при решении производственных задач.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Знает основные методы поиска, обработки и анализа научной и научно-технической информации. Умеет проводить поиск, обработку и анализ научной и научно</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>технической информации при решении производственных задач. Способен формулировать выводы и предложения на основании анализа научной и научно-технической литературы при решении производственных задач.</p>
<p>ПК.7 владеть навыками расчета основных технических показателей технологического процесса</p>	<p>ЗНАТЬ основные технологические показатели эффективности химико-технологического процесса. УМЕТЬ рассчитывать основные показатели эффективности химико-технологического процесса. ВЛАДЕТЬ навыком выбора оптимального способа реализации химико-технологического процесса на основе результатов оценки его эффективности</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные технические показатели химико-технологического процесса, не умеет их рассчитывать и осуществлять выбор оптимального способа реализации химико-технологического процесса на основе результатов оценки его эффективности</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Знает технические показатели химико-технологического процесса, но не умеет их рассчитывать и осуществлять выбор оптимального способа реализации химико-технологического процесса на основе результатов оценки его эффективности</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Не знает основные технические показатели химико-технологического процесса, умеет их рассчитывать, но не владеет навыком выбора оптимального способа реализации химико-технологического процесса на основе результатов оценки его эффективности</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные технические показатели химико-технологического процесса, умеет их рассчитывать и осуществлять выбор оптимального способа реализации химико-технологического процесса на основе результатов оценки его эффективности</p>
<p>ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных</p>	<p>ЗНАТЬ основные закономерности и фундаментальные понятия химии УМЕТЬ использовать основные закономерности и фундаментальные понятия химии при оптимизации химико-технологических</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные закономерности и фундаментальные понятия химии и не способен их использовать для оптимизации и анализа химико-технологического процесса</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеет отрывочные знания основных закономерностей и фундаментальных</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
производственных задач	<p>процессов</p> <p>ВЛАДЕТЬ навыком анализа химико-технологического процесса используя основные закономерности и понятия химии</p>	<p>Удовлетворительн понятий химии и способен их использовать для оптимизации или анализа химико-технологического процесса</p> <p>Хорошо Знает основные закономерности и фундаментальные понятия химии и способен их использовать для оптимизации или анализа химико-технологического процесса</p> <p>Отлично Знает основные закономерности и фундаментальные понятия химии и способен их использовать для оптимизации и анализа химико-технологического процесса</p>
<p>ПК.10 владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p>	<p>ЗНАТЬ основные физические и химические свойства веществ различных классов и их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование</p> <p>УМЕТЬ выбирать методы работы с веществами исключая негативное их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование</p> <p>ВЛАДЕТЬ навыком оценки правильности выбора методов использования химических материалов используя известные правила их безопасного применения</p>	<p>Неудовлетворител Не знает основные физические и химические свойства веществ различных классов и их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование, не умеет выбирать и оценивать правильность выбора методов работы с веществами исключая негативное их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование</p> <p>Удовлетворительн Имеет фрагментарные знания основных физических и химических свойств веществ различных классов и их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование, не умеет выбирать и оценивать правильность выбора методов работы с веществами исключая негативное их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование</p> <p>Хорошо Знает основные физические и химические свойства веществ различных классов и их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование, умеет выбирать или оценивать правильность выбора методов работы с веществами исключая негативное их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные физические и химические свойства веществ различных классов и их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование, умеет выбирать и оценивать правильность выбора методов работы с веществами исключая негативное их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование</p>
<p>ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат</p>	<p>ЗНАТЬ основные сырьевые и энергетические источники для производства различной химической продукции УМЕТЬ выбирать оптимальный путь синтеза химической продукции на основании данных о доступном сырье и энергетических ресурсов ВЛАДЕТЬ навыком расчета параметров осуществления химико-технологического процесса на основании данных о доступном сырье и энергетических ресурсах</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные сырьевые и энергетические источники для производства различной химической продукции, не умеет выбирать оптимальный путь синтеза химической продукции и рассчитывать параметры реализации химико-технологического процесса на основании данных о доступном сырье и энергетических ресурсов</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеет отрывочные знания основных сырьевых и энергетических источников для производства различной химической продукции, умеет выбирать оптимальный путь синтеза химической продукции или рассчитывать параметры реализации химико-технологического процесса на основании данных о доступном сырье и энергетических ресурсов</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает основные сырьевые и энергетические источники для производства различной химической продукции, умеет выбирать оптимальный путь синтеза химической продукции или рассчитывать параметры реализации химико-технологического процесса на основании данных о доступном сырье и энергетических ресурсов</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные сырьевые и энергетические источники для производства различной химической продукции, умеет выбирать оптимальный путь синтеза химической продукции и рассчитывать параметры</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично реализации химико-технологического процесса на основании данных о доступном сырье и энергетических ресурсов

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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
Входной контроль	Технология неорганических веществ Входное тестирование	Знание основ общей, неорганической и органической химии, химической термодинамики и кинетики
ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области ОПК.7 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений	Переработка углеродсодержащего сырья Письменное контрольное мероприятие	Умение рассчитывать материальный и энергетический баланс химико-технологических процессов, определять показатели эффективности химико-технологических процессов. Умение использовать законы термодинамики и кинетики в расчетах химико-технологических процессов
ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Силикатная промышленность Письменное контрольное мероприятие	Умение производить расчет параметров реакторов различного типа

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.7 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p> <p>ПК.7 владеть навыками расчета основных технических показателей технологического процесса</p> <p>ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач</p> <p>ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений</p> <p>ПК.10 владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p>ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат</p>	<p>Технология полимерных материалов</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Приобретение практических навыков расчета материальных балансов и определения эффективности осуществления процессов синтеза неорганических и органических соединений</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.7 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p> <p>ПК.7 владеть навыками расчета основных технических показателей технологического процесса</p> <p>ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач</p> <p>ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений</p> <p>ПК.10 владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p>ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат</p>	<p>Технология полимерных материалов</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знание основ химической технологии отдельных групп химической продукции (неорганических соединений, топлив, полимерных материалов)</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.7 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p> <p>ПК.7 владеть навыками расчета основных технических показателей технологического процесса</p> <p>ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач</p> <p>ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений</p> <p>ПК.10 владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p>ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знание общих закономерностей химических процессов, основных принципов организации важнейших химических производств, их иерархической структуры, методов оценки эффективности производства, основных процессов и аппаратов химической технологии.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Технология неорганических веществ

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на получение химических веществ из имеющегося сырья	3
Решение задачи на расчет количества сырья (расходных коэффициентов) для получения продуктов	3
Решение задачи на скорость гомогенных химических реакций	2
Решение задачи на химическое равновесие	2

Переработка углеродсодержащего сырья

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на расчет материального или теплового баланса химического производства	10
Решение задачи на расчет расходных коэффициентов и технологических показателей химико-технологического процесса (степени превращения, выхода продукта, селективности)	5
Решение задачи на применение термодинамики в расчетах химико-технологических процессах	5

Силикатная промышленность

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Расчет каскада реакторов идеального смешения или реакторных схем с рециклом	8
Расчет производительности установки, состоящей из нескольких реакторов различного типа, в том числе: 1. расчет производительности первого реактора схемы - 2 балла 2. Расчет производительности второго реактора схемы - 3 балла 3. Расчет суммарной производительности установки - 2 балла	7
Расчет показателей эффективности (степени превращения, объема реактора, производительности) для одиночного реактора идеального вытеснения или реактора идеального смешения	5

Технология полимерных материалов

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Собеседование по лабораторным работам	5
Выполнение и оформление лабораторных работ	5

Технология полимерных материалов

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Собеседование по разделу "Нефтепереработка и нефтехимия"	4
Собеседование по разделу "Технология минеральных солей"	3
Собеседование по разделу "Технология связанного азота"	3

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **10 часа**

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

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

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи по теоретическим основам химической технологии	15
Ответ на вопрос по технологии производства отдельного химического продукта, включающий написание химических реакций протекающих в производстве и обоснование оптимальных условий их проведения, объяснения физико-химических основ процессов, приводящих к получению целевого продукта	10
Ответ на вопрос по технологии производства отдельного химического продукта, включающий описание функциональной схемы производства, и объяснение назначения отдельных аппаратов и процессов в предложенной технологической схеме	10
Ответ на вопрос по технологии производства отдельного химического продукта, включающий назначение продукта, масштаб производства, характеристику используемого сырья и его подготовку.	5