

**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 (ПБ)

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 (ПБ) (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

<b>Направления подготовки</b>	04.03.01 Химия (ПБ) (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	56
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	88
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	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 ацетилена. 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 аппаратурное 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: аппаратурное 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. Аппаратурное 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><b>ОПК.7</b> владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> правила техники безопасности. <b>УМЕТЬ:</b> пользоваться правилами техники безопасности и реализовать их в лабораторных и технологических условиях; организовать рабочий процесс в соответствии с нормами техники безопасности <b>ВЛАДЕТЬ:</b> основными навыками безопасной работы в химической лаборатории и на технологической площадке</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> пренебрежение нормами ТБ при работе выполнении лабораторных работ</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> знание минимальных требований к технике безопасности</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> правильное соблюдение норм техники безопасности за все время выполнения работы.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> полное знание техники безопасности работа без единого малейшего нарушения ТБ</p>
<p><b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> основные теории, учения и концепции химической технологии <b>УМЕТЬ:</b> применять на практике теоретический материал; оценивать безопасность конкурентного технологического процесса и производства в целом <b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками разработки безопасных технологических процессов</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> отсутствие основных знаний теоретических основ химической технологии</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> знание основных фундаментальных понятий химической технологии, Умение разбираться в первичной технологической документации</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> 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"><b>Отлично</b> 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 style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>производству и анализа безопасности используемого процесса, а также разработки новых технологических процессов и внесения изменений в существующие.</p>
<p><b>ОПК.9</b> 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 style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></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 style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></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 style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></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 style="text-align: center;"><b>Отлично</b></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 align="center"><b>Отлично</b></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><b>ПК.7</b> владеть навыками расчета основных технических показателей технологического процесса</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> основные технологические показатели эффективности химико-технологического процесса. <b>УМЕТЬ</b> рассчитывать основные показатели эффективности химико-технологического процесса. <b>ВЛАДЕТЬ</b> навыком выбора оптимального способа реализации химико-технологического процесса на основе результатов оценки его эффективности</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></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 align="center"><b>Удовлетворительн</b></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 align="center"><b>Хорошо</b></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 align="center"><b>Отлично</b></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><b>ПК.8</b> обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> основные закономерности и фундаментальные понятия химии <b>УМЕТЬ</b> использовать основные закономерности и фундаментальные понятия химии при оптимизации химико-технологических</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные закономерности и фундаментальные понятия химии и не способен их использовать для оптимизации и анализа химико-технологического процесса</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет отрывочные знания основных закономерностей и фундаментальных</p>



Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
производственных задач	<p>процессов</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b> навыком анализа химико-технологического процесса используя основные закономерности и понятия химии</p>	<p><b>Удовлетворительн</b> понятий химии и способен их использовать для оптимизации или анализа химико-технологического процесса</p> <p><b>Хорошо</b> Знает основные закономерности и фундаментальные понятия химии и способен их использовать для оптимизации или анализа химико-технологического процесса</p> <p><b>Отлично</b> Знает основные закономерности и фундаментальные понятия химии и способен их использовать для оптимизации и анализа химико-технологического процесса</p>
<p><b>ПК.10</b> владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> основные физические и химические свойства веществ различных классов и их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование</p> <p><b>УМЕТЬ</b> выбирать методы работы с веществами исключая негативное их влияние на организм человека, окружающую среду и технологическое оборудование</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b> навыком оценки правильности выбора методов использования химических материалов используя известные правила их безопасного применения</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> 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><b>Удовлетворительн</b> 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><b>Хорошо</b> 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;"><b>Отлично</b></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><b>ПК.11</b> представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> основные сырьевые и энергетические источники для производства различной химической продукции  <b>УМЕТЬ</b> выбирать оптимальный путь синтеза химической продукции на основании данных о доступном сырье и энергетических ресурсов  <b>ВЛАДЕТЬ</b> навыком расчета параметров осуществления химико-технологического процесса на основании данных о доступном сырье и энергетических ресурсах</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></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;"><b>Удовлетворительн</b></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;"><b>Хорошо</b></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;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные сырьевые и энергетические источники для производства различной химической продукции, умеет выбирать оптимальный путь синтеза химической продукции и рассчитывать параметры</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> 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
<b>Входной контроль</b>	Технология неорганических веществ <b>Входное тестирование</b>	Знание основ общей, неорганической и органической химии, химической термодинамики и кинетики
<b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области <b>ОПК.7</b> владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях <b>ОПК.9</b> способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений	Переработка углеродсодержащего сырья <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	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
<b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Силикатная промышленность <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение производить расчет параметров реакторов различного типа

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

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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