

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

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

Авторы-составители: **Красновских Марина Павловна  
Елохов Александр Михайлович**

Рабочая программа дисциплины  
**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**  
Код УМК 1000015876

Утверждено  
Протокол №3  
от «25» мая 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Химическая технология

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Направление подготовки: **04.03.01** Химия  
направленность Прикладная химия

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

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

**04.03.01** Химия (направленность : Прикладная химия)

**ПК.3** Владеет основными химическими, физическими и технологическими аспектами химического промышленного производства с учетом методов безопасного обращения с химическими материалами

#### **Индикаторы**

**ПК.3.2** Оценивает промышленный объект как большую химико-технологическую систему, грамотно описывает ее структуру и функции, представляет типовые решения химико-технологических задач в обстановке крупного промышленного предприятия

**ПК.4** Способен выбирать и использовать технические средства и методы исследования для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации в профессиональной области

#### **Индикаторы**

**ПК.4.1** Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	04.03.01 Химия (направленность: Прикладная химия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	5
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	180
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	70
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	110
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Необъективируемое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (8 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Основные понятия химической технологии

#### Химико-технологический процесс и химико-технологическая система

Химическая технология как наука. Понятия химико-технологический процесс и химико-технологическая система (ХТС). Классификация элементов ХТС по виду процессов и назначению (механические, гидравлические, массообменные, тепловые, химические, элементы управления). Классификация связей элементов ХТС (потоков). 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.

#### Показатели эффективности химико-технологического процесса

Показатели химического производства: технологические, экономические и эксплуатационные. Материальные и энергетические балансы технологических систем.

### Физико-химические основы химико-технологического процесса

#### Термодинамический анализ химико-технологического процесса

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-технологического процесса

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 промышленности

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

#### 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.

### **Расчет химических реакторов**

Общие принципы расчета реакторов и реакторных установок. Последовательное и параллельное соединение реакторов. Схемы с рециклом. Расчет неизотермических реакторов и реакторных установок

## **Сырьевая и энергетическая база химической промышленности**

### **Сырье. Методы обогащения сырья**

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.

## **Химическая технология важнейших производств**

### **Технология связанного азота**

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.

### **Технология неорганических солей**

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 аппаратурного оформления (типы печей для обжига, устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры) получения серной кислоты в зависимости от исходного сырья.

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. Аппаратурное 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 аппаратурного 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.

### **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.

### **Основной органический синтез**

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.



## **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 // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66419>
2. Соколов Р. С. Химическая технология. учебное пособие для студентов вузов : в 2 т. Т. 2. Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов/Р. С. Соколов.-Москва:ВЛАДОС,2003, ISBN 5-691-00357-7.-448.-Библиогр.: с. 356-357
3. Соколов Р. С. Химическая технология. учебное пособие для студентов вузов : в 2 т. Т. 1. Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ/Р. С. Соколов.-Москва:ВЛАДОС,2003, ISBN 5-691-00355-0.-368.-Библиогр.: с. 356-357

### Дополнительная:

1. Кутепов А. М., Бондарева Т. И., Беренгартен М. Г. Общая химическая технология: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Машины и аппараты химических производств"/А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен.-Москва:Высшая школа,1985.-448.-Библиогр.: с. 441. - Предм. указ.: с. 442-445
2. Химическая технология: методические указания к лабораторным работам/Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь:ПГУ,2009.-88.-Библиогр.: с. 86
3. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие/А. А. Захарова [и др.] ; ред. А. А. Захарова.-Москва:Академия,2006, ISBN 5-7695-1723-9.-528.-Библиогр.: с. 517-519

## **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 практических занятий: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

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 текущего контроля: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, 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.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.4**

**Способен выбирать и использовать технические средства и методы исследования для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации в профессиональной области**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.4.1</b> Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> основные методы научных исследований и технические средства, необходимые для решения технологических задач. <b>УМЕТЬ</b> выбирать технических средств и методов исследования, необходимых для решения технологических задач. <b>ВЛАДЕТЬ</b> навыком технических средств и методов исследования, необходимых для решения технологических задач</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не знает основные методы научных исследований и технические средства, необходимые для решения технологических задач. Не умеет и не владеет навыками по выбору технических средств и методов исследования, необходимых для решения технологических задач.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Имеет общие представления об основных методах научных исследований и технических средствах, необходимых для решения технологических задач. Частично сформированы умения и навыки по выбору технических средств и методов исследования, необходимых для решения технологических задач.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Знает основные методы научных исследований и технические средства, необходимые для решения технологических задач. Частично сформированы умения и навыки по выбору технических средств и методов исследования, необходимых для решения технологических задач.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Знает основные методы научных исследований и технические средства, необходимые для решения технологических задач. Сформированы умения и навыки по выбору технических средств и методов исследования, необходимых для решения технологических задач.</p>

### ПК.3

**Владеет основными химическими, физическими и технологическими аспектами химического промышленного производства с учетом методов безопасного обращения с химическими материалами**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.3.2</b> Оценивает промышленный объект как большую химико-технологическую систему, грамотно описывает ее структуру и функции, представляет типовые решения химико-технологических задач в обстановке крупного промышленного предприятия</p>	<p>ЗНАТЬ структуру и функции химико-технологической системы, а также критерии оценки ее эффективности. УМЕТЬ предлагать решения для оптимизации химико-технологических систем ВЛАДЕТЬ навыком осуществления оценки эффективности химико-технологической системы</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не сформированы знания о структуре и функциях химико-технологической системы, а также критериях оценки ее эффективности. Не сформирована способность осуществлять оценку эффективности и предлагать решения для оптимизации химико-технологической системы</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Имеются фрагментарные знания о структуре и функциях химико-технологической системы, а также критериях оценки ее эффективности. Частично сформирована способность осуществлять оценку эффективности и предлагать решения для оптимизации химико-технологической системы</p> <p><b>Хорошо</b> Сформированы знания о структуре и функциях химико-технологической системы, а также критериях оценки ее эффективности. Частично сформирована способность осуществлять оценку эффективности и предлагать решения для оптимизации химико-технологической системы</p> <p><b>Отлично</b> Сформированы знания о структуре и функциях химико-технологической системы, а также критериях оценки ее эффективности. Сформирована способность осуществлять оценку эффективности и предлагать решения для оптимизации химико-технологической системы</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС 2020

**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 47 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 47 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Показатели эффективности химико-технологического процесса <b>Входное тестирование</b>	Знание основ общей, неорганической, органической и физической химии, способов производства промышленной химической продукции
<b>ПК.3.2</b> Оценивает промышленный объект как большую химико-технологическую систему, грамотно описывает ее структуру и функции, представляет типовые решения химико-технологических задач в обстановке крупного промышленного предприятия <b>ПК.4.1</b> Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Катализ в химической промышленности <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>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.3.2</b> Оценивает промышленный объект как большую химико-технологическую систему, грамотно описывает ее структуру и функции, представляет типовые решения химико-технологических задач в обстановке крупного промышленного предприятия</p> <p><b>ПК.4.1</b> Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Расчет химических реакторов</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение производить расчет производительности реакторов и реакторных установок различного типа</p>
<p><b>ПК.3.2</b> Оценивает промышленный объект как большую химико-технологическую систему, грамотно описывает ее структуру и функции, представляет типовые решения химико-технологических задач в обстановке крупного промышленного предприятия</p> <p><b>ПК.4.1</b> Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Переработка углеродсодержащего сырья</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Навыки экспериментального моделирования химико-технологических процессов в лабораторных условиях</p>



<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.3.2</b> Оценивает промышленный объект как большую химико-технологическую систему, грамотно описывает ее структуру и функции, представляет типовые решения химико-технологических задач в обстановке крупного промышленного предприятия</p> <p><b>ПК.4.1</b> Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Основной органический синтез</p> <p><b>Необъективируемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание основ химической технологии отдельных групп химической продукции (неорганических соединений, топлив, продуктов основного органического синтеза)</p>
<p><b>ПК.3.2</b> Оценивает промышленный объект как большую химико-технологическую систему, грамотно описывает ее структуру и функции, представляет типовые решения химико-технологических задач в обстановке крупного промышленного предприятия</p> <p><b>ПК.4.1</b> Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Итоговый контроль</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание основных химических производств, в том числе сырьевых компонентов, физико-химических основ процессов переработки сырья в готовую продукцию, применения готовой продукции. Умение осуществлять расчет основных показателей химико-технологического процесса, составлять материальные и тепловые балансы, выбирать оптимальные условия протекания химико-технологических процессов.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Показатели эффективности химико-технологического процесса

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 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 расходных коэффициентов сырья	3
Решение задачи на скорость гомогенных химических реакций	2
Решение задачи на химическое равновесие в обратимых системах	2

### **Катализ в химической промышленности**

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 энергетического 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

### **Расчет химических реакторов**

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 одного из показателей эффективности для одиночного реактора идеального смешения или вытеснения (степени превращения, объема реактора, производительности)	5
Расчет производительности установки, состоящей из нескольких реакторов различного типа, соединенных последовательно или параллельно	5
Расчет производительности каскадов реакторов идеального смешения или реакторных схем с рециклом	5
Расчет показателей эффективности реакторов с не изотермическим режимом работы	5

### **Переработка углеродсодержащего сырья**

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Собеседование по лабораторным работам (6 лабораторных работ по 2 балла)	12

Оформление выполненных лабораторных работ (6 лабораторных работ по 0,5 баллов)	3
--	---

### **Основной органический синтез**

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **5**

Проходной балл: **0**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Работа на практических занятиях (решение задачи у доски, ответы на вопросы и т.д.)	10

### **Итоговый контроль**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 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 расчетной задачи по составлению материального или энергетического баланса, расчету показателей эффективности химико-технологического процесса или определения оптимальных условий осуществления процесса	15
Ответ на вопрос по технологии важнейших производств: обоснование оптимальных условий отдельных стадий процесса производства	10
Ответ на вопрос по технологии важнейших производств: анализ функциональной схемы процесса производства, назначение отдельных элементов функциональной схемы	10
Ответ на вопрос по технологии важнейших производств: характеристика вещества, его применение и сырьё используемое в производстве	5