

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

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

Авторы-составители: **Елохов Александр Михайлович
Неволина Татьяна Анатольевна
Портнова Екатерина Николаевна**

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
Код УМК 1000015876

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

Направление: **20.03.01** Техносферная безопасность

направленность Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

20.03.01 Техносферная безопасность (направленность : Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств)

ОПК.4 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований

ОПК.6 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях

ПК.8 способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность (направленность: Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	8
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	70
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	110
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	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 ацетиленов. 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 // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66419.html>
2. Химическая технология. Учеб. пособие для студентов вузов: В 2 т./Р. С. Соколов.Т.
2.Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов.-М.:Владос,2003, ISBN 5-691-00355-0.-448.-Библиогр.: с. 356-357
3. Химическая технология.Учеб. пособие для студентов вузов: В 2 т./Р. С. Соколов.Т. 1.Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ.-М.: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:учеб. для вузов/А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен.-М.:Высш. шк.,1985.-448.
2. Химическая технология:методические указания к лабораторным работам/Федер. агентство по образованию, Перм. гос. ун-т.-Пермь:ПГУ,2009.-88.-Библиогр.: с. 86
3. Процессы и аппараты химической технологии:учеб. пособие/под ред. А. А. Захаровой.- М.: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**

ОПК.6

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

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.6 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p>	<p>ЗНАТЬ правила техники безопасности при работе в лаборатории и на производстве УМЕТЬ организовать рабочий процесс в соответствии с нормами техники безопасности ВЛАДЕТЬ основными навыками безопасной работы в химической лаборатории и производстве</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает и не умеет применять на практике нормы техники безопасности, принципы организации безопасного рабочего процесса и правила поведения при аварийных ситуациях и несчастных случаях</p> <p align="center">Удовлетворительн Имеет общие, не структурированное знание о нормах техники безопасности, принципах организации безопасного рабочего процесса и правилах поведения при аварийных ситуациях и несчастных случаях</p> <p align="center">Хорошо Знает нормы техники безопасности и умеет организовать рабочий процесс в соответствии с ними. Имеет общие, но не структурированные знания о правилах поведения при аварийных ситуациях и несчастных случаях.</p> <p align="center">Отлично Знает нормы техники безопасности и умеет организовать рабочий процесс в соответствии с ними. Знает и способен применять на практике правила поведения при аварийных ситуациях и несчастных случаях.</p>

ОПК.4

способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.4 способность осваивать новые технологии и</p>	<p>ЗНАЕТ новые технологии используемые при проведении исследований в химической</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не сформированы систематические знания о технологиях используемых при проведении</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>применять их для проведения естественнонаучных исследований</p>	<p>технологии УМЕЕТ использовать новые технологии при проведении исследований в химической технологии ВЛАДЕЕТ навыком освоения новых технологий для проведения исследований в химической технологии</p>	<p>Неудовлетворител исследований в химической технологии. Не сформированы умения, позволяющие использовать новые технологии при проведении исследований в химической технологии. Не освоен навык применения новых технологий для проведения исследований в химической технологии</p> <p>Удовлетворительн Сформированы систематические знания о технологиях используемых при проведении исследований в химической технологии. Имеет фрагментарные умения, позволяющие использовать новые технологии при проведении исследований в химической технологии. Фрагментарное освоение навыка применения новых технологий для проведения исследований в химической технологии</p> <p>Хорошо Сформированы систематические знания о технологиях используемых при проведении исследований в химической технологии. Частично сформированы умения, позволяющие использовать новые технологии при проведении исследований в химической технологии. Фрагментарное освоение навыка применения новых технологий для проведения исследований в химической технологии</p> <p>Отлично Сформированы систематические знания о технологиях используемых при проведении исследований в химической технологии. Сформированы умения, позволяющие использовать новые технологии при проведении исследований в химической технологии. Успешное освоение навыка применения новых технологий для проведения исследований в химической технологии</p>

ПК.8

способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.8 способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач</p>	<p>ЗНАЕТ законы и методы математики, естественных и экономических наук необходимые для решения технологических задач УМЕЕТ использовать законы математики, естественных и экономических наук при решении технологических задач ВЛАДЕЕТ навыком решения технологических задач с использованием законов математики, естественных и экономических наук</p>	<p>Неудовлетворител Не знает законы и методы математики, естественных и экономических наук необходимые для решения технологических задач. Не сформировано умение использовать законы математики, естественных и экономических наук при решении технологических задач. Не освоен навык решения технологических задач с использованием законов математики, естественных и экономических наук</p> <p>Удовлетворительн Имеет не систематические знания законов и методов математики, естественных и экономических наук необходимые для решения технологических задач. Частично сформировано умение использовать законы математики, естественных и экономических наук при решении технологических задач. Частично освоен навык решения технологических задач с использованием законов математики, естественных и экономических наук</p> <p>Хорошо Знает законы и методы математики, естественных и экономических наук необходимые для решения технологических задач. Частично сформировано умение использовать законы математики, естественных и экономических наук при решении технологических задач. Частично освоен навык решения технологических задач с использованием законов математики, естественных и экономических наук</p> <p>Отлично Знает законы и методы математики, естественных и экономических наук необходимые для решения технологических задач. Сформировано умение использовать законы математики, естественных и экономических наук при решении технологических задач. Освоен навык</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично решения технологических задач с использованием законов математики, естественных и экономических наук

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 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Показатели эффективности химико-технологического процесса Входное тестирование	Знание основ общей, неорганической, органической и физической химии, способов производства промышленной химической продукции
ОПК.4 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований ПК.8 способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	Катализ в химической промышленности 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.4 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований ПК.8 способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	Расчет химических реакторов Письменное контрольное мероприятие	Умение производить расчет производительности реакторов и реакторных установок различного типа

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.4 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований</p> <p>ОПК.6 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p> <p>ПК.8 способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач</p>	<p>Основной органический синтез</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знание основ химической технологии отдельных групп химической продукции (неорганических соединений, топлив, продуктов основного органического синтеза)</p>
<p>ОПК.4 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований</p> <p>ОПК.6 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p> <p>ПК.8 способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач</p>	<p>Итоговый контроль</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</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

Основной органический синтез

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
Знание основ переработки минеральных солей (флотационное обогащение сильвина, галургический процесс получения хлорида калия и карналлита, производство соды)	5
Знание технологии связанного азота (синтез аммиака, получение азотной кислоты, карбамида, синтез нитрата аммония)	5

Знание технологии основного органического синтеза (производство метанола, формальдегида, формалина, ацетилен, этанола, ацетальдегида и уксусной кислоты, мономеров)	5
Знание основ химической переработки топлива (ректификация и крекинг нефти, прямая перегонка нефти, коксование каменных углей, конверсия природного газа)	5

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**

Показатели оценивания	Баллы
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