

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
Елохов Александр Михайлович**

Рабочая программа дисциплины
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ
Код УМК 91488

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Процессы и аппараты химической технологии

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 **Процессы и аппараты химической технологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.01 Химия (ПБ) (направленность : Программа широкого профиля)

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

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

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

ПК.9 способность анализировать причины нарушений параметров технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.03.01 Химия (ПБ) (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	72
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	44
Самостоятельная работа (ак.час.)	108
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Необъективируемое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Входной контроль

Входной контроль знаний студентов проводится в виде теста на первом практическом занятии. У студентов проверяются остаточные знания, приобретенные при изучении химической технологии, физики.

Введение

Возникновение и развитие курса ПАХТ. Предмет изучения, цели и задачи курса. Классификация типовых процессов. Общие принципы анализа и расчета ПАХТ. Пути исследования процессов ХТ. Моделирование. Основы теории подобия процессов и аппаратов

Основы гидравлики

Основные понятия гидравлики: гидростатика, гидродинамика. Свойства жидкости. Различные системы единиц измерения.

Гидростатика

Физические свойства жидкостей. Силы, действующие в жидкости. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения. Свойства гидростатического давления. Давление на плоскую стенку. Давление на криволинейную стенку.

Гидродинамика

Характеристики движения жидкости. Понятие объемного и массового расходов. Режимы движения жидкости в трубопроводах.

Понятие эквивалентного диаметра и гидравлического радиуса. Гидравлическое сопротивление в трубопроводах. Потери напора на трение и на местных сопротивлениях. Расчет требуемого диаметра трубопровода. Дифференциальные уравнения движения Эйлера, Навье–Стокса. Уравнение Бернулли и его практическое приложение. Измерение скорости и расхода жидкости. Гидродинамическое подобие. Основные гидродинамические критерии. Гидродинамика кипящего слоя. Конструкции аппаратов с кипящим слоем. Движение неньютоновских жидкостей. Течение двухфазных потоков.

Гидравлические машины

Основные характеристики насосов и компрессоров. Их классификация, принцип действия и область применения. Основные эксплуатационные характеристики.

Гидромеханические процессы и аппараты

К гидромеханическим процессам относят как процессы разделения неоднородных систем (фильтрование, центрифугирование), так и процессы смешивания и перемешивания.

Разделение жидких неоднородных систем.

Классификация неоднородных систем и методов их разделения. Материальный баланс процессов разделения. Процессы разделения жидких неоднородных систем (отстаивание, центрифугирование, фильтрование) и оборудования для проведения этих процессов. Типы фильтрования. Виды фильтрующих перегородок.

Разделение газовых неоднородных систем

Общая характеристика газовых неоднородных систем. Классификация аппаратов и принцип их действия (циклоны, фильтры, электрофильтры)

Очистка газов под действием центробежной силы, фильтрованием и электрическая очистка газов.

Смешивание, перемешивание

Перемешивание жидких, пастообразных и сыпучих материалов. Характеристика процессов. Разновидности мешалок. Смешивание сыпучих материалов. Устройство смесителей.

Теплообменные процессы и аппараты

Характеристика способов переноса тепла. Классификация теплообменных аппаратов, их устройство и их принцип действия.

Характеристика способов переноса тепла

Способы передачи тепла. Теплопроводность: закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Теплопроводность различных тел. Тепловое излучение: законы теплового излучения (закон Стефана-Больцмана). Теплообмен излучением в газах и между твердыми телами. Теплоотдача и теплопередача: закон Ньютона-Рихмана. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Основные критерии теплового подобия и их физический смысл. Основное уравнение теплопередачи. Связь коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Средняя движущая сила тепловых процессов при прямотоке, противотоке, смешанном токе. Тепловые балансы. Определение температуры стенок. Основные конструкции теплообменных аппаратов. Способы компенсации температурных удлинений. Порядок расчета теплообменных аппаратов.

Нагревание и охлаждение

Способы нагревания и охлаждения. Характеристика нагревающих и охлаждающих агентов. Классификация и характеристика теплообменных аппаратов.

Выпаривание

Назначение и применение процессов выпаривания. Способы выпаривания. Выпарные аппараты и установки.

Массообменные процессы и аппараты

В разделе рассматриваются основные понятия и законы массообмена. Изучаются общие сведения о адсорбции, абсорбции, перегонки, экстракции, сушки, ионнообмена, кристаллизации и мембранных процессах.

Характеристика массообменных процессов

Классификация массообменных процессов. Законы фазового равновесия, равновесные концентрации. Основное уравнение массопередачи. Молекулярная диффузия, закон Фика. Конвективная диффузия, закон Шукарева. Механизм процесса массопередачи. Материальный баланс процесса массообмена. Уравнение рабочей линии. Изображение рабочей и равновесной линий на Y-X диаграмме. Движущая сила процесса массообмена.

Сорбционные процессы

Адсорбция, абсорбция, десорбция. Равновесие. Материальный баланс. Рабочая линия. Устройство аппаратов. Классификация сорбционных процессов.

Влияние температуры и давления на процесс абсорбции, адсорбции и десорбции. Закон Генри, Закон Дальтона. Материальный и тепловой баланс процесса абсорбции. Конструкции абсорберов: полые, насадочные, пленочные, тарельчатые,

Перегонка и ректификация

Теоретические основы процессов. Понятие азеотропной смеси. Виды перегонки. Равновесие в смесях. Простая и сложная перегонка. Флегма, флегмовое число. Построение рабочих линий на Y-X диаграмме. Устройство ректификационных колонн и их расчет. Технологические схемы процессов ректификации периодического и непрерывного действия. Ректификация многокомпонентных систем в сложных колоннах.

Экстракция

Основные закономерности экстракции. Методы экстракции. Экстрагирование в системе «Твердое тело-жидкость». Экстракция в системе «жидкость –жидкость». Устройство и принцип действия экстракторов. Одноступенчатая и многоступенчатая экстракция из двухкомпонентных растворов.

Экстракция

в противоточных колонных аппаратах.

Сушка

Формы связи влаги с материалом. Виды сушки. Статика сушки, движущая сила процесса. Влажный воздух и его свойства. Материальный баланс процесса сушки. Кинетика сушки. Основные конструкции сушилок, их сравнительная характеристика, схема расчета.

Процессы ионообмена

Характеристика процесса. Кинетика процесса. Ионообменные установки и аппараты.

Мембранные процессы

Характеристика процесса. Состав мембран. Механизм передачи веществ. Аппараты для мембранных процессов

Кристаллизация

Общие сведения. Кинетика кристаллизации. Способы кристаллизации. Устройство кристаллизаторов. Растворение – общие понятия.

Механические процессы и аппараты

В этом разделе рассматриваются общие сведения о самых распространенных механических процессах и аппаратах в химической технологии.

Измельчение твердых тел

Теоретические основы измельчения. Классификация способов измельчения твердых тел. Степень измельчения. Физические основы измельчения. Конструкции и работа основных типов измельчающих машин.

Сортирование твердых материалов

Классификация способов сортирования. Механическое сортирование. Аппараты для сортирования. Пневматическое и гидравлическое сортирование, магнитная сепарация.

Прессование

Классификация процессов прессования. Отжатие жидкости из твердого материала. Уплотнение сыпучего материала: брикетирование, гранулирование.

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 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. Процессы и аппараты химической технологии : методические указания к самостоятельной работе / составители А. Ш. Бикбулатов [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 72 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/62571.html>

2. Бородулин, Д. М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. — 168 с. — ISBN 978-5-89289-435-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/14388>

Дополнительная:

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

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 **Процессы и аппараты химической технологии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

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

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

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

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

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

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

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

Для проведения лекционных занятий: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, 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 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
Процессы и аппараты химической технологии**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.7 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p>	<p>Знать нормы техники безопасности в лаборатории и технологических условиях. Уметь реализовать нормы техники безопасности в лаборатории. Владеть навыками работы в лаборатории с учетом норм техники безопасности.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Студент не знает нормы техники безопасности в лаборатории и технологических условиях. Он не способен соблюдать нормы техники безопасности в лаборатории.</p> <p align="center">Удовлетворительн Студент знает нормы техники безопасности в лаборатории, способен соблюдать нормы техники безопасности в лаборатории, возникают затруднения реализации норм техники безопасности в лаборатории.</p> <p align="center">Хорошо Студент знает нормы техники безопасности в лаборатории и технологических условиях. Он способен соблюдать нормы техники безопасности в лаборатории, не в полной мере способен реализовать нормы техники безопасности в лаборатории.</p> <p align="center">Отлично Студент способен соблюдать нормы техники безопасности в лаборатории, в полной мере способен реализовать нормы техники безопасности в лаборатории.</p>
<p>ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат</p>	<p>Знать основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат. Уметь оценивать энергетические и сырьевые затраты на технологический процесс. Владеть способностью оценки затрат на технологический процесс.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Студент не знает основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат. Не умеет рассчитывать энергетические и сырьевые затраты на технологический процесс. Не владеет способностью оценки затрат на технологический процесс.</p> <p align="center">Удовлетворительн Студент знает основные химические, физические и технические аспекты</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат. Не умеет рассчитывать энергетические и сырьевые затраты на технологический процесс. Не владеет способностью оценки затрат на технологический процесс.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Студент знает основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат. Умеет рассчитывать энергетические и сырьевые затраты на технологический процесс. Не владеет способностью оценки затрат на технологический процесс.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент знает основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат. Умеет рассчитывать энергетические и сырьевые затраты на технологический процесс. Владеет способностью оценки затрат на технологический процесс.</p>
<p>ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач</p>	<p>Знать основные закономерности типовых процессов химической технологии. Уметь объяснить устройство и принцип действия аппаратов для проведения типовых процессов. Владеть способностью решать конкретные производственные задачи, проводить необходимые расчеты для основных процессов и выбора аппарата.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Студент не знает основные закономерности типовых процессов химической технологии, не умеет объяснять устройство и принцип действия аппаратов для проведения типовых процессов, не владеет способностью решать конкретные производственные задачи, проводить необходимые расчеты для основных процессов и выбора аппарата.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Студент не знает основные закономерности типовых процессов химической технологии, умеет объяснять устройство и принцип действия аппаратов для проведения типовых процессов, не владеет способностью решать конкретные производственные задачи, проводить необходимые расчеты для основных процессов и выбора аппарата.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Студент знает основные закономерности</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>типовых процессов химической технологии, умеет объяснять устройство и принцип действия аппаратов для проведения типовых процессов, не владеет способностью решать конкретные производственные задачи, проводить необходимые расчеты для основных процессов и выбора аппарата.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент знает основные закономерности типовых процессов химической технологии, умеет объяснять устройство и принцип действия аппаратов для проведения типовых процессов, владеет способностью решать конкретные производственные задачи, проводить необходимые расчеты для основных процессов и выбора аппарата.</p>
<p>ПК.9 способность анализировать причины нарушений параметров технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению</p>	<p>ЗНАТЬ основные причины способные вызвать нарушения технологического процесса и режима работы технологического оборудования УМЕТЬ осуществлять анализ причин вызвавших нарушения режима работы типового технологического оборудования ВЛАДЕТЬ навыком подбора рекомендаций по предупреждению и устранению нарушений режима работы типового технологического оборудования</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные причины способные вызвать нарушения технологического процесса и режима работы технологического оборудования. Не умеет осуществлять анализ причин вызвавших нарушения и режима работы типового технологического оборудования и подбирать рекомендации по предупреждению и устранению нарушений режима работы типового технологического оборудования</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Знает основные причины способные вызвать нарушения технологического процесса и режима работы технологического оборудования. Не умеет осуществлять анализ причин вызвавших нарушения и режима работы типового технологического оборудования и подбирать рекомендации по предупреждению и устранению нарушений режима работы типового технологического оборудования</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знать основные причины способные вызвать нарушения технологического процесса и режима работы технологического оборудования. Умеет осуществлять анализ причин вызвавших нарушения и режима</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>работы типового технологического оборудования или подбирать рекомендации по предупреждению и устранению нарушений режима работы типового технологического оборудования</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные причины способные вызвать нарушения технологического процесса и режима работы технологического оборудования. Умеет осуществлять анализ причин вызвавших нарушения и режима работы типового технологического оборудования и подбирать рекомендации по предупреждению и устранению нарушений режима работы типового технологического оборудования</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

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 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Знание основ химической технологии, общей и физической химии и общей физики
ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	Смешивание, перемешивание Письменное контрольное мероприятие	1. Классификация насосов и компрессоров, принцип действия, область применения и расчет их эксплуатационных характеристик. 2. Расчет гидромеханических процессов (смешения, осаждения, фильтрования, центрифугирования, создания взвешенного слоя, перемешивания). 3. Устройство и принцип действия аппаратов для осуществления гидромеханических процессов (смешения, осаждения, фильтрования, центрифугирования, создания взвешенного слоя, перемешивания).

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач</p> <p>ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат</p>	<p>Выпаривание</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>1. Основные законы и способы переноса теплоты. 2. Расчет теплообменных аппаратов и процессов (нагревания, охлаждения и выпаривания). 3. Конструкция и принцип действия основных типов теплообменных аппаратов, выпарных установок и кристаллизаторов.</p>
<p>ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач</p> <p>ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат</p>	<p>Кристаллизация</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>1. Основные законы теплообмена (законы Генри и Рауля, движущая сила массопереноса, диффузионные критерии подобия). 2. Расчет основных массообменных процессов (адсорбции, перегонки и ректификации, экстракции, сушки). 3. Устройство и конструкция аппаратов для осуществления массообменных процессов (адсорберов, ректификационных колон, экстракторов, сушилок)</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.7 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p> <p>ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач</p> <p>ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат</p>	<p>Прессование</p> <p>Необъективируемое контрольное мероприятие</p>	<p>Расчет основных процессов и аппаратов химической технологии (гидромеханических, теплообменных, массообменных)</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.7 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p> <p>ПК.8 обладать способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач</p> <p>ПК.9 способность анализировать причины нарушений параметров технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению</p> <p>ПК.11 представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>1. Принципы расчета процессов и аппаратов химической технологии (гидромеханических, теплообменных и массообменных процессов). 2. Конструкция и принцип действия аппаратов для осуществления гидромеханических, теплообменных, массообменных и механических процессов.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

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

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на газовые законы или расчет теплоты процессов	4
Ответ на вопрос о классификации процессов химической технологии	3
Ответ на вопрос об устройстве отдельных аппаратов	3

Смешивание, перемешивание

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на расчет гидравлической машины в сети	10
Ответ на вопрос о конструкции аппаратов для осуществления гидромеханических процессов (отстойников, фильтров, мешалок, циклонов, аппаратов взвешенного слоя, гидравлических машин)	5
Решение задачи на расчет гидромеханического процесса (осаждения, центрифугирования, фильтрования, перемешивания, создания взвешенного слоя)	5

Выпаривание

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Ответ на вопрос о конструкции и принципе действия теплообменных аппаратов, выпарных установок и кристаллизаторов	10
Решение задачи на процессы теплообмена и теплопередачи в поверхностных теплообменниках и при контакте теплоносителей	5
Решение задачи на расчет процессов выпаривания и кристаллизации	5

Кристаллизация

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на расчет процессов массообмена (ректификации смеси, жидкостной экстракции, абсорбции, сушки твердых веществ)	10
Ответ на вопрос об устройстве и принципе работы основных массообменных аппаратов (абсорберов, ректификационных колонн, перегонных аппаратов, экстракторов, сушилок)	5
Решение задачи на расчет движущей силы процесса массообмена	5

Прессование

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

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Оценка активности на практических занятиях (решение задач, обсуждение полученных результатов)	10

Итоговое контрольное мероприятие

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Ответ на вопрос по аппаратам химической технологии для осуществления гидромеханических, теплообменных, массообменных и механических процессов	10
Решение задачи на расчет одного из гидромеханических процессов (транспортировки жидкости или газа, осаждения, фильтрация, центрифугирования, создания взвешенного слоя, перемешивания)	10
Решение задачи на расчет теплообменных процессов (абсорбции, сушки, экстракции, ректификации)	5
Решение задачи на расчет массообменных и теплообменных процессов (выпаривания, кристаллизации, теплообмена)	5