

**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**  
**Зубарев Михаил Павлович**  
**Байбародских Даниил Владимирович**  
**Елохов Александр Михайлович**

Рабочая программа дисциплины  
**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**  
Код УМК 82910

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: **20.03.01** Техносферная безопасность

направленность Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств

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

В результате освоения дисциплины **Процессы и аппараты химической технологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

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

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

**ПК.1** способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	20.03.01 Техносферная безопасность (направленность: Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (10 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Теоретические основы процессов химической технологии**

Предмет и задачи курса процессов и аппаратов химической технологии. Общие сведения о процессах химической технологии. Знакомство с современным состоянием химической и других смежных с ней отраслями промышленности, их основными общими характеристиками и проблемами, а так же возможными путями их решения. Место и роль процессов и аппаратов химической технологии в современном мире химической промышленности. Краткая характеристика предмета и задачи данной дисциплины и её роли в деле подготовки высококвалифицированных специалистов для отечественной промышленности в условиях многоуровневой системы высшего образования.

Классификация основных процессов и аппаратов химической технологии. Роль и взаимосвязь типовых процессов в химической технологии. Непрерывные и периодические процессы. Стационарные и нестационарные процессы. Поля скоростей, температур и концентраций в стационарных и нестационарных процессах. Основные принципы составления математических описаний, анализа и расчета типовых процессов и аппаратов. Основные задачи статики, кинетики и динамики химико-технологических процессов.

### **Основы гидравлики. Транспортировка жидкостей и газов**

Классификация неоднородных систем и методов разделения. Определение, возникновение, основные свойства и характеристики неоднородных систем. Цели и задачи процессов разделения. Особое значение способов и эффективность разделения неоднородных систем при решении экологических проблем. Принципы выбора методов разделения и сравнительные оценки эффективности процессов разделения. Основы составления материального баланса процессов разделения.

Разделение неоднородных систем осаждением в поле действия гравитационных сил (отстаивание). Основные закономерности процесса, задачи и методы расчета. Принципы устройства сгустителей и пылесадительных камер.

Разделение неоднородных систем осаждением в поле действия центробежных сил. Характеристики и принципы создания центробежных сил. Фактор разделения. Циклонирование и центрифугирование неоднородных систем. Основные типовые конструкции циклонов и отстойных центрифуг, устройства и характеристики их работы.

Разделение неоднородных систем осаждением в поле действия электрических сил. Физические основы процессов разделения неоднородных систем в электрическом поле. Способы создания неоднородных электрических полей. Принципиальные особенности конструкций электрофильтров, электролизёров и электродегидраторов.

Разделение неоднородных систем фильтрованием. Физическая сущность, виды и методы фильтрования. Способы создания движущей силы процессов фильтрования. Основное уравнение фильтрования и его анализ с точки зрения повышения эффективности процесса. Классификация промышленных фильтровальных установок и их основные характеристики: фильтровальные установки, работающие под давлением и под вакуумом, фильтрующие центрифуги.

Фильтровальные перегородки: основные типы и требования, предъявляемые к ним.

Мокрая очистка газов. Физико-химические основы процесса разделения и принципы аппаратного оформления.

Основные способы и методы интенсификации процессов разделения неоднородных систем.

### **Гидромеханические процессы**

Тепловые процессы в химической технологии, их роль и значение в проведении химико-технологических процессов. Классификация способов переноса теплоты. Стационарный и нестационарный процессы теплопереноса. Основные понятия, определения и теплофизические свойства веществ: температурное поле, температурный градиент, тепловой поток, теплоёмкость, энтальпия, теплопроводность и температуропроводность. Движущие силы процессов теплообмена. Тепловое равновесие. Основные задачи статики и кинетики процессов теплообмена.

Тепловые балансы. Назначение, цель и методы составления тепловых балансов. Виды тепловых балансов для различных теплообменных процессов.

Передача теплоты теплопроводностью. Температурное поле, его основные параметры и характеристики. Уравнение теплопроводности Фурье и дифференциальное уравнение теплопроводности. Решения дифференциального уравнения теплопроводности для плоской и цилиндрических стенок в условиях стационарности процесса без внутренних источников теплоты. Уравнение теплопроводности при наличии внутренних источников тепла.

Конвективный теплоперенос. Теплообмен в условиях естественной и вынужденной конвекции. Уравнение теплоотдачи (закон охлаждения Ньютона-Рихмана). Коэффициент теплоотдачи и движущая сила. Представления о механизме процесса конвективного теплообмена в условиях ламинарного и турбулентного потоков. Тепловой пограничный слой. Температурное поле в условиях конвекции. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Тепловое подобие и основные критерии теплового подобия. Общий вид критериальных уравнений для расчета конвективного теплообмена.

Теплоотдача в условиях естественной и вынужденной конвекции без изменения агрегатного состояния теплоносителей. Основная цель и принципы расчета кинетики процесса.

Теплоотдача при изменении агрегатного состояния теплоносителей (конденсация паров и кипение жидкостей). Основы расчета кинетики процесса.

Теплообмен излучением. Виды излучений. Физическая сущность процесса инфракрасного излучения и основные закономерности переноса теплоты излучением. Использование лучистого теплообмена на практике.

Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи при постоянных и переменных температурах теплоносителей. Принципы расчета коэффициентов теплопередачи. Движущая сила процессов теплопередачи. Практическое использование уравнения теплопередачи в проектных и поверочных расчётах.

Промышленные способы подвода и отвода теплоты в аппаратах химической технологии. Классификация теплоносителей, их сравнительная характеристика и области применения: перегретый и насыщенный пар, нагретая и перегретая вода, высокотемпературные органические теплоносители (ВОТ), ионные теплоносители, расплавы металлов и другие виды теплоносителей.

Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов, их конструктивные характеристики и особенности практического их использования. Каталоги на теплообменную аппаратуру. Основные методы теплового расчета теплообменных аппаратов: проектный, технологический и поверочный расчеты. Основные тенденции совершенствования конструкций теплообменных аппаратов.

Нестационарный теплообмен в химической технологии. Вопросы нестационарного конвективного теплообмена. Тепловые балансы и определение времени нагрева в теплообменных установках периодического режима работы.

### **Теплоперенос. Теплообменные аппараты**

Значение процессов массопереноса в химической технологии. Движущая сила процессов массопереноса, классификация и общая характеристика массообменных процессов с участием газовой, жидкой и твердой фаз (массообменные процессы со свободной и фиксированной границами раздела фаз): абсорбция (десорбция), адсорбция, дистилляция, экстракция, кристаллизация, сушка. Основные принципы аналогии между процессами тепло- и массопереноса.

Статика процессов массопереноса. Основные задачи статики. Способы выражения составов фаз. Движущие силы процессов массопереноса. Термодинамическое равновесие. Основные законы межфазового равновесия (правило фаз Гиббса, Дальтона, Генри и Рауля, совмещенные законы). Графическое изображение состояния равновесия между фазами для бинарных систем (у-х диаграммы).

Материальные балансы процессов массопереноса. Уравнения линий рабочих концентраций. Совместное графическое изображение линий равновесия и линий рабочих концентраций. Определение направления и движущих сил процессов массопереноса, основные способы регулирования направления массопереноса и движущих сил процессов.

Кинетика процессов массопереноса. Основные задачи кинетики массообменных процессов. Представление о полях концентраций, стационарные и нестационарные поля. Градиент концентраций. Общие сведения и характеристика процессов массопереноса в пределах объема одной фазы: молекулярная и конвективная диффузия. Основные модели механизмов массопереноса на границе раздела фаз. Уравнение массоотдачи и коэффициенты массоотдачи.

### **Теплообменные процессы и аппараты**

Введение в гидравлику. Предмет и задачи гидравлики - науки о закономерностях поведения жидкостей. Основные понятия, термины и определения: системы координат: гидродинамические понятия точки, элементарного объема, элементарной поверхности, элементарной частицы. Классификация сил, действующих на жидкость. Скалярные и векторные величины. Представление о градиенте. Представление о жидкостях как о сплошных средах. Капельные и упругие жидкости. Идеальная и реальная жидкость. Основные физические свойства жидкостей: плотность и удельный вес, сжимаемость, свойство жидкости к расширению, поверхностное натяжение. Понятие о критических параметрах: критическая температура, критическое давление и критический объем.

### **Массобмен. Массообменные процессы и аппараты**

Проблемные вопросы создания замкнутых и малоотходных экологически чистых технологических производств. Проблемы масштабного перехода и интенсификации. Увеличение мощности единичных

аппаратов. Новые процессы и аппараты. Развитие методов кибернетики применительно к задачам анализа и синтеза химико-технологических систем. Использование методов САПР в проектировании типовых химико-технологических аппаратов. Применение достижений нанотехнологии в области процессов и аппаратов химической технологии.

### **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. Бруяко, М. Г. Химия и технология полимеров : учебное пособие / М. Г. Бруяко, Л. С. Григорьева, А. М. Орлова. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 131 с. — ISBN 978-5-7264-1224-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/40956>
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>
3. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 544 с. — ISBN 078-5-93808-349-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/97815>

### Дополнительная:

1. Бруяко, М. Г. Химия и технология полимеров : учебное пособие / М. Г. Бруяко, Л. С. Григорьева, А. М. Орлова. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 131 с. — ISBN 978-5-7264-1224-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/40956>
2. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В. Ф. Фролов. — 4-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 608 с. — ISBN 078-5-93808-348-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/97816.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 проведения текущего контроля: аудитория, оснащенная 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.

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

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><b>ОПК.7</b> владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> нормы техники безопасности в лаборатории. <b>УМЕТЬ</b> реализовать нормы техники безопасности в лаборатории. <b>ВЛАДЕТЬ</b> навыками работы в лаборатории с учетом норм техники безопасности.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Студент не способен соблюдать нормы техники безопасности в лаборатории.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Студент способен соблюдать нормы техники безопасности в лаборатории, возникают затруднения реализации норм техники безопасности в лаборатории.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Студент способен соблюдать нормы техники безопасности в лаборатории, не в полной мере способен реализовать нормы техники безопасности в лаборатории.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Студент способен соблюдать нормы техники безопасности в лаборатории, в полной мере способен реализовать нормы техники безопасности в лаборатории.</p>
<p><b>ПК.1</b> способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> основные методы и системы обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей. <b>УМЕТЬ</b> ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей. <b>ВЛАДЕТЬ</b> навыками выбора устройств, систем и методов защиты от опасностей.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Студент не способен обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Студент способен выбрать метод обеспечения техносферной безопасности, но не обоснованно выбирает известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Студент способен выбрать метод обеспечения техносферной безопасности, но не в полной мере обоснованно выбирает известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей.</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Студент способен выбрать метод обеспечения техносферной безопасности, в полной мере обоснованно выбирает известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 28/14/66

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Теоретические основы процессов химической технологии <b>Входное тестирование</b>	Знание основ химической технологии, физической химии и общей физики
<b>ПК.1</b> способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей <b>ОПК.7</b> владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Основы гидравлики. Транспортировка жидкостей и газов <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание классификации, конструкции и принципа действия аппаратов для транспортировки газов жидкостей и осуществления гидромеханических процессов. Умение производить расчет типовых гидромеханических процессов

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1</b> способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей</p> <p><b>ОПК.7</b> владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p>	<p>Гидромеханические процессы</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание классификации, конструкции и принципа действия аппаратов для осуществления теплообменных процессов. Умение производить расчет типовых теплообменных процессов и аппаратов</p>
<p><b>ПК.1</b> способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей</p> <p><b>ОПК.7</b> владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p>	<p>Теплоперенос. Теплообменные аппараты</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание классификации, конструкции и принципа действия аппаратов для осуществления массообменных процессов. Умение производить расчет типовых массообменных процессов</p>
<p><b>ПК.1</b> способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей</p> <p><b>ОПК.7</b> владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание классификации, конструкции и принципа действия аппаратов для осуществления типовых процессов химической технологии. Умение производить расчет типовых процессов химической технологии</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

## Теоретические основы процессов химической технологии

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
Ответ на вопрос о классификации процессов химической технологии	3
Решение задачи на процессы теплообмена	3
Решение задачи на газовые законы	2
Решение задачи на расчет теплоты физических и химических процессов	2

## Основы гидравлики. Транспортировка жидкостей и газов

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на расчет процессов осаждения и фильтрования	5
Решение задачи на расчет процессов создания взвешенного слоя	5
Ответ на вопрос о конструкции и принципе действия основных аппаратов для осуществления гидромахнаических процессов (гидравлических машин, отстойников, центрифуг, фильтровальных аппаратов, аппаратов взвешенного слоя, мешалок)	5
Решение задачи на расчет эксплуатационных характеристик насосов и компрессоров	5

## Гидромеханические процессы

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на расчет процесса выпаривания или кристаллизации	10
Решение задачи на расчет теплообменных аппаратов	5
Ответ на вопрос по конструкции и классификации теплообменных аппаратов	5

## Теплоперенос. Теплообменные аппараты

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на расчет процесса ректификации или экстракции	10

Ответ на вопрос о классификации и конструкции аппаратов для осуществления массообменных процессов	5
Решение задачи на расчет процессов абсорбции и адсорбции	5

### **Итоговое контрольное мероприятие**

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>
Ответ на вопрос об устройстве основных аппаратов для осуществления гидроаэромеханических, массообменных, теплообменных или механических процессов	15
Решение задачи на расчет типового процесса химической технологии	15
Ответ на вопрос о принципах расчета основных аппаратов химической технологии	10