

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

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	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (5)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (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.
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 нормы техники безопасности в лаборатории. УМЕТЬ реализовать нормы техники безопасности в лаборатории. ВЛАДЕТЬ навыками работы в лаборатории с учетом норм техники безопасности.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Студент не способен соблюдать нормы техники безопасности в лаборатории.</p> <p align="center">Удовлетворительн Студент способен соблюдать нормы техники безопасности в лаборатории, возникают затруднения реализации норм техники безопасности в лаборатории.</p> <p align="center">Хорошо Студент 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>

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 49 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 49 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.6 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Основы гидравлики. Транспортировка жидкостей и газов Письменное контрольное мероприятие	Знать критерии гидродинамического подобия, уравнение гидростатики и гидродинамики основные закономерности протекания гидромеханических процессов. Знать устройства насосов, мешалок, отстойников, сепараторов.
ОПК.6 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Гидромеханические процессы Письменное контрольное мероприятие	Классификация неоднородных систем и методов разделения. Разделение неоднородных систем осаждением в поле действия гравитационных сил (отстаивание). Разделение неоднородных систем осаждением в поле действия центробежных сил. Разделение неоднородных систем осаждением в поле действия электрических сил. Разделение неоднородных систем фильтрованием. Физическая сущность, виды и методы фильтрования.
ОПК.6 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Теплоперенос. Теплообменные аппараты Письменное контрольное мероприятие	Выпаривание. Назначение и сущность процессов выпаривания. Значение процессов массопереноса в химической технологии. Статика процессов массопереноса. Материальные балансы процессов массопереноса. Кинетика процессов массопереноса.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.6 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Теплообменные процессы и аппараты Письменное контрольное мероприятие	Основные законы механики твердых тел. Основные аппараты для осуществления процессов измельчения и классификации твердых материалов.
ОПК.6 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Массообмен. Массообменные процессы и аппараты Письменное контрольное мероприятие	Основные закономерности массообменных процессов химической технологии. Классификация массообменных процессов.
ОПК.6 владеть нормами техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Знание теоретических основ типовых процессов химической технологии (механических, гидромеханических, тепло- и массообменных) и принципов их моделирования, умение производить расчеты основных процессов и аппаратов химической технологии с использованием справочных данных.

Спецификация мероприятий текущего контроля

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: **12**

Проходной балл: **6**

Показатели оценивания	Баллы
В задаче №1 указан правильный численный расчет и полученный числовой ответ	1
В задаче №1 указаны все единицы измерения	1
В задаче №1 при решении задачи не допущено ошибок в формулах и единицах измерения	1
В задаче №2 указан верный ход решения	1
В задаче №2 указан правильный численный расчет и полученный числовой ответ	1
В задаче №1 указан верный ход решения	1
В задаче №2 при решении задачи не допущено ошибок в формулах и единицах измерения	1
В задаче №3 указан верный ход решения	1
В задаче №3 указан правильный численный расчет и полученный числовой ответ	1
В задаче №3 указаны все единицы измерения	1
В задаче №3 при решении задачи не допущено ошибок в формулах и единицах измерения	1
В задаче №2 указаны все единицы измерения	1

Гидромеханические процессы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**
 Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Правильное решение одного вопроса из 20 вопросов теста	.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: **12**
 Проходной балл: **6**

Показатели оценивания	Баллы
В задаче №1 указан верный ход решения	1
В задаче №1 указан правильный численный расчет и полученный числовой ответ	1
В задаче №1 указаны все единицы измерения	1
В задаче №1 при решении задачи не допущено ошибок в формулах и единицах измерения	1
В задаче №2 указан верный ход решения	1
В задаче №3 при решении задачи не допущено ошибок в формулах и единицах измерения	1
В задаче №2 указаны все единицы измерения	1
В задаче №2 при решении задачи не допущено ошибок в формулах и единицах измерения	1
В задаче №3 указан верный ход решения	1
В задаче №3 указан правильный численный расчет и полученный числовой ответ	1
В задаче №3 указаны все единицы измерения	1
В задаче №2 указан правильный численный расчет и полученный числовой ответ	1

Теплообменные процессы и аппараты

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **16**
 Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Правильный ответ на один вопрос теста (всего 16 вопросов)	1

Массобмен. Массобменные процессы и аппараты

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**
 Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы

Правильное решение одного вопроса из 10 вопросов теста	1
Правильное решение одного вопроса из 20 вопросов теста	.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**

Показатели оценивания	Баллы
В вопросе №2 знает основные закономерности протекания процессов	3
В вопросе №2 знает устройство и принцип действия аппаратуры для проведения процессов	3
В вопросе №1 знает основные закономерности протекания процессов	3
В вопросе №1 знает устройство и принцип действия аппаратуры для проведения процессов	3
В вопросе №3 (задача) указан правильный численный расчет и полученный числовой ответ	3
В вопросе №1 владеет основными методами расчетов процессов и аппаратов	2
В вопросе №1 указывает формулы и рисунки при описании сущности процессов	2
В вопросе №2 указывает формулы и рисунки при описании сущности процессов	2
В вопросе №3 (задача) указан верный ход решения	2
В вопросе №2 владеет основными методами расчетов процессов и аппаратов	2
В вопросе №1 умеет иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами	1
В вопросе №1 отвечает самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя, демонстрируя глубину знаний	1
В вопросе №3 (задача) при решении задачи не допустил ошибок в формулах и единицах измерения	1
В вопросе №3 (задача) указаны единицы измерения	1
В вопросе №2 умеет анализировать составляющие уравнений для расчета процессов	1
В вопросе №2 излагает материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию и символику	1
В вопросе №2 умеет иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами	1
В вопросе №2 отвечает самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя, демонстрируя глубину знаний	1
В вопросе №2 при ответе не допустил недочетов (несущественные неточности и небрежности в записи формул, схем, графиков, недостаточная полнота иллюстративных изображений)	1
В вопросе №2 при ответе не допустил грубых ошибок (незнание основных понятий, законов, основных свойств и неумение их применять, непонимание физического смысла понятий и явлений)	1
В вопросе №3 (задача) при решении задачи не допустил недочетов (несущественные	1

неточности и небрежности в записи формул, недостаточное обоснование решения задачи)	
В вопросе №1 умеет анализировать составляющие уравнений для расчета процессов	1
В вопросе №1 при ответе не допустил грубых ошибок (незнание основных понятий, законов, основных свойств и неумение их применять, непонимание физического смысла понятий и явлений)	1
В вопросе №1 при ответе не допустил недочетов (несущественные неточности и небрежности в записи формул, схем, графиков, недостаточная полнота иллюстративных изображений)	1
В вопросе №1 излагает материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию и символику	1