

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

### Тепломассообменное оборудование предприятий

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Арсланов И.М. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), IIMArslanov@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов
ПК-2	способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием
ПК-3	способностью участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные виды и классификацию тепломассообменного оборудования; основные виды теплоносителей, их свойства и область определения; рекуперативные и регенеративные теплообменники и их конструктивные особенности; газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники, деаэраторы и их конструктивные особенности; методы проведения гидродинамических, тепловых и прочностных расчетов тепломассообменного оборудования; испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки и их конструктивные особенности; сорбционные и ректификационные установки, сушилки и их конструктивные особенности; методы проведения материального и теплового расчета тепломассообменного оборудования.

Должен уметь:

рассчитывать и подбирать стандартное тепломассообменное оборудование; проектировать нестандартное тепломассообменное оборудование; определять основные геометрические размеры машин по заданным условиям и выбирать оборудование; рассчитывать экономичные, надежные и безопасные режимы работы и регулирования тепломассообменного оборудования; использовать компьютерные программы при тепловых, гидравлических и прочностных расчетах тепломассообменного оборудования.

Должен владеть:

методиками расчета стандартного тепломассообменного оборудования; методами расчета эффективности стандартного тепломассообменного оборудования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.12 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника (Промышленная теплоэнергетика)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2, 3 курсах в 3, 4, 5 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) на 252 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 8 часа(ов), лабораторные работы - 4 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 215 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 13 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 3 семестре; зачет в 4 семестре; экзамен в 5 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Классификация теплообменного оборудования. Классификация и свойства теплоносителей.	3	4	0	0	45
2.	Тема 2. Регенеративные теплообменники.	4	1	0	0	6
3.	Тема 3. Адсорбция. Адсорберы.	4	1	2	0	16
4.	Тема 4. Выпарные установки.	4	2	2	0	25
5.	Тема 5. Перегонка и ректификация. Ректификационные установки.	5	1	0	0	26
6.	Тема 6. Рекуперативные теплообменники.	5	1	1	4	47
7.	Тема 7. Сушка материалов. Сушильные установки.	5	1	1	0	25
8.	Тема 8. Кристаллизационные установки.	5	0	1	0	25
9.	Тема 9. Контактные теплообменники.	5	1	1	0	0
	Итого		12	8	4	215

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение. Классификация теплообменного оборудования. Классификация и свойства теплоносителей.

Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий, их свойства, область применения. Основные виды и классификация теплоносителей, их свойства, область применения.

Газожидкостные и жидкостно-жидкостные аппараты. Их конструкции, принцип действия, режимы эксплуатации. Основы теплового расчета. Основные физико-химические свойства влажного воздуха. H-d диаграмма влажного воздуха. Изображение основных процессов на диаграмме. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Насосы, отстойники, циклоны, брызгоотделители, барометрические конденсаторы, трубопроводы.

Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Деаэраторы: назначение, конструкции, принцип действия, основы расчета. Основы процесса термической деаэрации. Расчет деаэрационных колонок.

Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Организация отвода конденсата из теплоиспользующих аппаратов, конденсатоотводчики: поплавковые, термодинамические, термостатические; подпорные шайбы. Контроль за работой конденсатоотводчиков. Методы расчета барометрического конденсатора. Конденсатные баки и другие резервуары

Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Устройства для очистки пара и конденсата. Использование теплоты самоиспарения конденсата.

Загрязнения теплопередающих поверхностей теплообменников: виды загрязнений, способы очистки, способы предотвращения загрязнений, выбор тракта для теплоносителей исходя из возможности очистки загрязнений.

## **Тема 2. Регенеративные теплообменники.**

Классификация регенеративных теплообменников. Аппараты с кипящим слоем: с активной насадкой и контактные: конструкции, принцип действия, режимы эксплуатации. Особенности теплообмена, температурные режимы и поле температур. Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты регенеративных теплообменников. Самостоятельное изучение. Методика теплового расчета теплообменников с кипящим слоем.

## **Тема 3. Адсорбция. Адсорберы.**

Основные понятия. Адсорбенты. Промышленные адсорбенты и их свойства. Равновесие при адсорбции. Статическая и динамическая активность адсорбентов. Массопередача при адсорбции. Схемы и аппаратура адсорбционных процессов. Материальный баланс. Устройства и принцип действия адсорберов. Основы расчета адсорберов.

## **Тема 4. Выпарные установки.**

Выпарные установки; принцип действия, основные конструкции аппаратов: аппараты с естественной и принудительной циркуляцией раствора, пленочные аппараты и аппараты с погружными горелками. Свойства растворов. Тепловые схемы установки; физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Выпаривание под вакуумом. Выпаривание при повышенном давлении. Температурные потери при выпаривании. Основы теплового расчета: тепловой расчет однокорпусной выпарной установки, расчет многоступенчатой выпарной установки. Блок-схема расчета. Распределение общей полезной разности температур по корпусам. Оптимизация выбора числа корпусов. Энергосбережение в выпарных установках.

## **Тема 5. Перегонка и ректификация. Ректификационные установки.**

Равновесие в системах пар-жидкость. Основные физико-химические свойства жидких смесей. Простая перегонка и ректификация. Перегонные и ректификационные установки; классификация аппаратов, конструкции и принцип действия аппаратов; физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации, фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей: основы кинетики массообмена; материальный и тепловой расчет установки. Расчет простой перегонки. Материальный баланс ректификационной установки, рабочие линии процесса перегонки. Минимальное и реальное флегмовое число. Определение числа тарелок в колонне. Тепловой баланс ректификационной установки. Технологические схемы установок. Пути экономии энергии в ректификационных установках.

## **Тема 6. Рекуперативные теплообменники.**

Конструкции наиболее распространенных типов рекуперативных теплообменников: трубчатых, кожухотрубных, пластинчатых, спиральных, матричных (классификация). Их основные элементы и узлы. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты теплообменников. Гидравлический расчет теплообменников. Совершенствование теплообменников на базе их математического моделирования.

## **Тема 7. Сушка материалов. Сушильные установки.**

Виды сушки. Сушильные установки. Области применения сушильных установок. Классификация сушильных установок по разным признакам. Барабанные сушилки. Туннельные сушилки. Сушилки с кипящим слоем. Распылительные сушилки. Контактные сушилки. Периоды сушки материалов. равновесное и критическое влагосодержание. Классификация влажных материалов и принципиальные схемы их сушки. Сушильные агенты. Кинетика сушки. Методы расчета времени сушки в ее первом и втором периодах. Материальный баланс конвективной сушильной установки. Составляющие теплового баланса сушильной установки. Теоретическая сушилка.

## **Тема 8. Кристаллизационные установки.**

Общие сведения (растворимость; насыщенные, пересыщенные и ненасыщенные растворы; способы создания пересыщения раствора; стадии процесса кристаллизации; методы кристаллизации; аддуктивная кристаллизация). Устройство и принцип действия кристаллизаторов (поверхностные кристаллизаторы, объемные кристаллизаторы, поверхностно-объемные кристаллизаторы). Материальный и тепловой балансы кристаллизации.

## **Тема 9. Контактные теплообменники.**

Смесительные теплообменники. Конструкции смесительных теплообменников. Тепловой и материальный баланс смесительных теплообменников. Скрубберы полые. Скрубберы насадочные. Расчет скрубберов. Системы оборотного водоснабжения, их назначение и классификация. Градирни. Сравнительная характеристика основных типов градирен. Конструкция вентиляторной градирни и аппарата воздушного охлаждения. Выбор расчетной температуры и влажности атмосферного воздуха.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**



Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Бабакин, Б.С. Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса. [Электронный ресурс] : Учебники / Б.С. Бабакин, А.Э. Сулов, Ю.А. Фатыхов, В.Н. Эрлих-ман. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2014. ? 336 с. - <http://e.lanbook.com/book/39143>

Бакланова, В.Г. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термо-статирования. Часть 1. ? Аппараты трубчатого и пластинчато-ребристого типов?. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / В.Г. Бакланова, Ю.А. Шевич. ? Электрон. дан. ? М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. ? 68 с. - <http://e.lanbook.com/book/52215>

Баннх, О.П. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников. [Электронный ресурс] : Учебные пособия ? Электрон. дан. ? СПб. : НИУ ИТМО, 2012. ? 42 с. - <http://e.lanbook.com/book/40719>

Бродов Ю.М., Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок. [Электронный ресурс] : Справочники / Бродов Ю.М., Аронсон К.Э., Рябчиков А.Ю., М.А. Ни-ренштейн. ? Электрон. дан. ? М. : Издательский дом МЭИ, 2016. ? 480 с. - <http://e.lanbook.com/book/72290>

Гортышов Ю. Ф. Теплообменные аппараты с интенсифицированным теплообменом [Текст] / Ю. Ф. Гортышов, В. В. Олимпиев ; М-во общ. и проф. образования РФ, КГТУ им. А. Н. Туполева. ? Казань : Изд-во КГТУ, 1999. ? 176 с. : ил. ? Библиогр.: с. 171-173. ? ISBN 5-7579-0187-X : 40-00 - <http://kpfu.ru/chelny/study/library/elektronnyj-katalog>

Даминов А.З., Теплообменные аппараты ТЭС: справочник: в 2 кн. Книга 1. [Электронный ресурс] : Справочники / Даминов А.З., Кирсанов Ю.А., Ковальногов Н.Н., В.М. Молочни-ков. ? Электрон. дан. ? М. : Издательский дом МЭИ, 2016. ? 490 с. - <http://e.lanbook.com/book/72297>

Зиганшин, М.Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / М.Г. Зиганшин, А.А. Колесник, А.М. Зиганшин. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2014. ? 544 с. - <http://e.lanbook.com/book/53696>

Изучение работы рекуперативного теплообменного аппарата. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? СПб. : СПбГЛТУ, 2016. ? 16 с. - <http://e.lanbook.com/book/88444>

Кирсанов Ю.А., Теплообменные аппараты ТЭС. В 2 книгах. Книга 2. [Электронный ресурс] : Справочники / Кирсанов Ю.А., Ковальногов Н.Н., Г.Р. Мингалеева, Н.И. Михеев. ? Элек-трон. дан. ? М. : Издательский дом МЭИ, 2016. ? 434 с. - <http://e.lanbook.com/book/72298>

Кожухопластинчатые теплообменники / Gavelin // Нефтегазовые технологии. ? 2010. ? ?1. ? С. 88-90 - <https://rucont.ru/efd/262095>

Мамченко, В.О. Пластинчатые теплообменники в низкотемпературной технике и биотехнологических процессах. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / В.О. Мамченко, А.А. Малышев. ? Электрон. дан. ? СПб. : НИУ ИТМО, 2014. ? 116 с. - <http://e.lanbook.com/book/70994>

Пахомов, В.С. Коррозия и защита теплообменного оборудования химических производств. [Электронный ресурс] : Учебные пособия ? Электрон. дан. ? Пенза : ПензГТУ, 2013. ? 364 с. - <http://e.lanbook.com/book/62491>

Пористые вращающиеся распылители для тепломассообменных аппаратов / Сафиуллин // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. ? 2013. ? ?2. ? С. 102-105 - <https://rucont.ru/efd/420848>

Расчет рекуперативного парожидкостного теплообменного аппарата. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? СПб. : СПбГЛТУ, 2016. - <http://e.lanbook.com/book/88443>

Садеков, М.Х. Теплотехника и массообмен. [Электронный ресурс] / М.Х. Садеков, Ю.В. Варечкин. ? Электрон. дан. ? Нижний Новгород : ВГУВТ, 2014. ? 40 с. - <http://e.lanbook.com/book/60798>

Справочник по теплообменникам [Текст] : в 2 томах : пер. с англ. / под ред. Б. С. Петухова и В. К. Шикова. ? Москва : Энергоатомиздат, 1987. ? Т. 1. ? 560 с. : ил. ? В пер. ? Биб-лиогр. : с. 519-548. ? Алф.-предм. указ. : с. 549-559. ? 8-35. - <http://kpfu.ru/chelny/study/library/elektronnyj-katalog>

Тепловой и гидравлический расчеты рекуперативного теплообменного аппарата / Федоров-ский К.Ю. [Znanium.com, 2017, вып. ♦1-12, стр. 0-0]. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=854606>

Теплообменное оборудование PoСВЕП и технологии его применения в нефтегазовой отрасли / СФЕРА. Нефть и Газ / Sphere. Oil and Gas .? 2016 .? ♦4 .? С. 70-71. - <https://rucont.ru/efd/454820>

Тимофеевский, Л.С. Повышение энергетической эффективности абсорбционных холодильных машин и термотрансформаторов. [Электронный ресурс] : Учебно-методические пособия / Л.С. Тимофеевский, А.А. Малышев, А.А. Дзино, О.С. Малинина. ? Электрон. дан. ? СПб. : НИУ ИТМО, 2013. ? 22 с. - <http://e.lanbook.com/book/70995>

Цветков, О.Б. Расчет горизонтального кожухотрубного испарителя холодильной установки. [Электронный ресурс] : Учебно-методические пособия / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев, Г.Л. Пятаков. ? Электрон. дан. ? СПб. : НИУ ИТМО, 2013. ? 34 с. - <http://e.lanbook.com/book/71048>

Цветков, О.Б. Таблицы свойств холодильных агентов. [Электронный ресурс] : Учебно-методические пособия / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев. ? Электрон. дан. ? СПб. : НИУ ИТ-МО, 2013. ? 52 с. - <http://e.lanbook.com/book/71098>

Ягов, В.В. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] : Учебные пособия ? Электрон. дан. ? М. : Изда-тельский дом МЭИ, 2014. ? 542 с. - <http://e.lanbook.com/book/72295>

13. Айнштейн В. Г.. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс [Электронный ресурс] : в 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; Под ред. В. Г. Айн-штейна. - 5-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 1758 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-2214-5. - <http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BE%D0%B1>

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ПК-10 , ОПК-2	1. Введение. Классификация теплообменного оборудования. Классификация и свойства теплоносителей.
2	Письменная работа	ПК-3 , ПК-2	1. Введение. Классификация теплообменного оборудования. Классификация и свойства теплоносителей.
<b>Семестр 4</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ПК-10 , ОПК-2	2. Регенеративные теплообменники.
2	Письменная работа	ПК-3 , ПК-2	4. Выпарные установки.
	<b>Зачет</b>	ОПК-2, ПК-10, ПК-2, ПК-3	
<b>Семестр 5</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ПК-10 , ОПК-2	6. Рекуперативные теплообменники.
2	Письменная работа	ПК-3 , ПК-2	8. Кристаллизационные установки.
3	Устный опрос	ПК-3 , ПК-2	9. Контактные теплообменники.
	<b>Экзамен</b>	ОПК-2, ПК-10, ПК-2, ПК-3	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
<b>Семестр 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 3
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебного-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 3**

**Текущий контроль**

**1. Устный опрос**

Тема 1

1. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий, их свойства, область применения.
2. Основные виды и классификация теплоносителей, их свойства, область применения.
3. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Насосы, отстойники, циклоны, брызгоотделители, барометрические конденсаторы, трубопроводы.
4. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Деаэраторы: назначение, конструкции, принцип действия, основы расчета. Основы процесса термической деаэрации. Расчет деаэрационных колонок.
5. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Организация отвода конденсата из теплоиспользующих аппаратов, конденсатоотводчики: поплавковые, термодинамические, термостатические; подпорные шайбы. Контроль за работой конденсатоотводчиков. Методы расчета барометрического конденсатора. Конденсатные баки и другие резервуары
6. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Устройства для очистки пара и конденсата. Использование теплоты самоиспарения конденсата.
7. Загрязнения теплопередающих поверхностей теплообменников: виды загрязнений, способы очистки, способы предотвращения загрязнений, выбор тракта для теплоносителей исходя из возможности очистки загрязнений.
8. Классификация выпарных аппаратов и установок.
9. Классификация адсорбционных аппаратов.
10. Классификация сушильных аппаратов.
11. Классификация рекуперативных аппаратов.

**2. Письменная работа**

Тема 1

1. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий, их свойства, область применения.
2. Основные виды и классификация теплоносителей, их свойства, область применения.

3. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Насосы, отстойники, циклоны, брызгоотделители, барометрические конденсаторы, трубопроводы.
4. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Деаэраторы: назначение, конструкции, принцип действия, основы расчета. Основы процесса термической деаэрации. Расчет деаэрационных колонок.
5. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Организация отвода конденсата из теплоиспользующих аппаратов, конденсатоотводчики: поплавковые, термодинамические, термостатические; подпорные шайбы. Контроль за работой конденсатоотводчиков. Методы расчета барометрического конденсатора. Конденсатные баки и другие резервуары
6. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Устройства для очистки пара и конденсата. Использование теплоты самоиспарения конденсата.
7. Загрязнения теплопередающих поверхностей теплообменников: виды загрязнений, способы очистки, способы предотвращения загрязнений, выбор тракта для теплоносителей исходя из возможности очистки загрязнений.
8. Классификация выпарных аппаратов и установок.
9. Классификация адсорбционных аппаратов.
10. Классификация сушильных аппаратов.
11. Классификация рекуперативных аппаратов.

#### **Семестр 4**

#### **Текущий контроль**

##### **1. Устный опрос**

##### Тема 2

1. Регенеративные теплообменники непрерывного и периодического действия (с неподвижной и подвижной насадками): назначение.
2. Регенеративные теплообменники непрерывного и периодического действия (с неподвижной и подвижной насадками): классификация.
3. Регенеративные теплообменники непрерывного и периодического действия (с неподвижной и подвижной насадками): конструкция.
4. Регенеративные теплообменники непрерывного и периодического действия (с неподвижной и подвижной насадками): принцип действия.
5. Регенеративные теплообменники непрерывного и периодического действия (с неподвижной и подвижной насадками): недостатки и преимущества по сравнению с рекуперативными теплообменниками.
6. Тепловой расчет регенеративных теплообменников.
7. Гидравлический расчет регенеративных теплообменников.
8. Механический расчет регенеративных теплообменников.
9. Виды и материалы насадков.
10. Теплоносители регенеративных теплообменников.

##### **2. Письменная работа**

##### Тема 4

1. Покажите сущность процесса выпаривания, области его практического применения.
2. Какое назначение имеет выпаривание растворов?
3. Какой из процессов происходит при выпаривании: кипение или испарение раствора?
4. Чем отличается выпаривание водных растворов от испарения чистой воды?
5. Что называют растворами?
6. Перечислите основные теплофизические свойства водных растворов и их влияние на процесс выпаривания.
7. Как изменяются теплоемкость, вязкость, плотность, температурная депрессия раствора с повышением его концентрации?
8. Что называют температурной депрессией? Как она изменяется в зависимости от концентрации и давления?
9. Как изменяется физико-химическая температурная депрессия раствора с повышением и понижением давления

в надрастворном пространстве?

10. Для каких растворов больше значение физико-химической температурной депрессии: с большим или меньшим

молекулярным весом?

11. Что является движущей силой естественной циркуляции растворов?
12. Где парожидкостная эмульсия имеет меньшую плотность: в циркуляционной (опускной) трубе или в кипятильных трубках?
13. Имеется ли циркуляция раствора в пленочных выпарных аппаратах?
14. Раскройте конструктивные особенности выпарных аппаратов, их основные отличия от теплообменников.
15. Что понимается под полезной разностью температур выпарного аппарата? В чем различие при расчете рабочей средней движущей силы в теплообменниках и выпарных аппаратах?
16. С какой целью в выпарных аппаратах создают условия для циркуляции выпариваемого раствора? Покажите циркуляционный контур в выпарных аппаратах с естественной циркуляцией.
17. Какие типы аппаратов целесообразно применять для выпаривания кристаллизующихся, пенящихся, вязких,

коррозионно-активных, маломинерализованных растворов?

18. Какие типы выпарных аппаратов следует применять при выпаривании кристаллизующихся растворов и какие для пенящихся растворов?

19. Какой из выпарных аппаратов в большей степени подвержен отложению накипи на поверхности нагрева: с принудительной циркуляцией или с естественной?

20. В каких случаях целесообразно применение выпаривания с погружными горелками?

21. Температурный график выпарной установки. Постройте температурный график выпарной установки (с указанием депрессий).

### **Зачет**

Вопросы к зачету:

1. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий, их свойства, область применения.

2. Основные виды и классификация теплоносителей, их свойства, область применения.

3. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Насосы, отстойники, циклоны, брызгоотделители, барометрические конденсаторы, трубопроводы.

4. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Деаэраторы: назначение, конструкции, принцип действия, основы расчета. Основы процесса термической деаэрации. Расчет деаэрационных колонок.

5. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Организация отвода конденсата из теплоиспользующих аппаратов, конденсатоотводчики: поплавковые, термодинамические, термостатические; подпорные шайбы. Контроль за работой конденсатоотводчиков. Методы расчета барометрического конденсатора. Конденсатные баки и другие резервуары

6. Вспомогательное оборудование тепломассообменных установок. Устройства для очистки пара и конденсата. Использование теплоты самоиспарения конденсата.

7. Загрязнения теплопередающих поверхностей теплообменников: виды загрязнений, способы очистки, способы предотвращения загрязнений, выбор тракта для теплоносителей исходя из возможности очистки загрязнений.

8. Классификация выпарных аппаратов и установок.

9. Классификация адсорбционных аппаратов.

10. Классификация сушильных аппаратов.

11. Покажите сущность процесса выпаривания, области его практического применения.

12. Какое назначение имеет выпаривание растворов?

13. Какой из процессов происходит при выпаривании: кипение или испарение раствора или оба процесса?

14. Чем отличается выпаривание водных растворов от испарения чистой воды?

15. Что называют растворами?

16. Перечислите основные теплофизические свойства водных растворов и их влияние на процесс выпаривания.

17. Какую величину называют концентрацией раствора  $\rho_b$ ? Приведите формулу для  $\rho_b$ . Как изменяются теплоемкость, вязкость, плотность, температурная депрессия раствора с повышением его концентрации? Приведите формулу для удельной теплоемкости раствора.

18. Что называют температурной депрессией? Как она изменяется в зависимости от концентрации и давления? Назовите три вида температурной депрессии.

19. Как изменяется физико-химическая температурная депрессия раствора с повышением и понижением давления в пространстве над раствором? Приведите формулу Тищенко (смысл, формула, величины, размерности).

20. Для каких растворов больше значение физико-химической температурной депрессии: с большим или меньшим молекулярным весом?

21. Что является движущей силой естественной циркуляции растворов?

22. Где парожидкостная эмульсия имеет меньшую плотность: в циркуляционной (опускной) трубе или в кипятильных трубах?

23. Имеется ли циркуляция раствора в пленочных выпарных аппаратах?

24. Раскройте конструктивные особенности выпарных аппаратов (ВА), их основные отличия от теплообменников. Классификация ВА по принципу работы. Классификация ВА по давлению внутри аппарата.

25. Что понимается под полезной разностью температур выпарного аппарата (полезной разностью температур между первичным и вторичным паром в выпарном аппарате)? В чем различие при расчете рабочей средней движущей силы в теплообменниках и выпарных аппаратах?

26. С какой целью в выпарных аппаратах создают условия для циркуляции выпариваемого раствора? Покажите циркуляционный контур в выпарных аппаратах с естественной циркуляцией.

27. Какие типы аппаратов целесообразно применять для выпаривания кристаллизующихся, пенящихся, вязких, коррозионно-активных, маломинерализованных растворов?

28. Какие типы выпарных аппаратов следует применять при выпаривании кристаллизующихся растворов и какие для пенящихся растворов?

29. Какой из выпарных аппаратов в большей степени подвержен отложению накипи на поверхности нагрева: с принудительной циркуляцией или с естественной?

30. В каких случаях целесообразно применение выпаривания с погружными горелками?

31. Постройте температурный график выпарной установки (с указанием депрессий).

## Семестр 5

### Текущий контроль

#### 1. Устный опрос

##### Тема 6

1. Конструкции наиболее распространенных типов рекуперативных теплообменников: трубчатых, кожухотрубных, пластинчатых, спиральных, матричных (классификация). Их основные элементы и узлы.
2. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты теплообменников.
3. Гидравлический расчет теплообменников.
4. Рекуперативные теплообменники (змеевиковые): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества по сравнению с другими видами теплообменников.
5. Рекуперативные теплообменники (кожухотрубные): назначение, принцип действия, недостатки и преимущества, конструкция (типы перегородок в межтрубном пространстве, вид и форма насадки, вид поверхности теплообмена, способы компенсации температурных удлинений)
6. Рекуперативные теплообменники. Методика гидравлического расчета течения теплоносителя в каналах (трубах). Критериальные уравнения для определения гидравлического сопротивления при течении теплоносителей в каналах (трубах) (в неявном виде написать и объяснить: где взять в явном виде).
7. Рекуперативные теплообменники. Методика гидравлического расчета движения теплоносителя в межтрубном пространстве. Гидравлическое сопротивление при внешнем обтекании трубных пучков и применяемые при этом критериальные уравнения и критерии подобия (в неявном виде написать и объяснить: где взять в явном виде).
8. Рекуперативные теплообменники. Тепловой расчет (методика). Коэффициент энергоэффективности теплообменника. Методика теплового расчета течения теплоносителя в каналах (трубах). Критериальные уравнения (в неявном виде написать и объяснить: где взять в явном виде) для теплового расчета при течении теплоносителей в каналах (трубах).
9. Рекуперативные теплообменники. Методика теплового расчета течения теплоносителя в межтрубном пространстве. Критериальные уравнения (в неявном виде написать и объяснить: где взять в явном виде) для теплового расчета при течении теплоносителей при внешнем обтекании трубных пучков.
10. Учет обводных течений в кожухотрубных рекуперативных теплообменных аппаратах.
11. Рекуперативные теплообменники: классификация по варианту схемы движения теплоносителей. Характер изменения температуры теплоносителей в зависимости от схемы тока теплоносителей. Формулы для определения температурного напора.
12. Рекуперативные теплообменники: классификация по конструктивным признакам.
13. Рекуперативные теплообменники: классификация по функциональному назначению.
14. Рекуперативные теплообменники: классификация по принципу взаимодействия теплоносителей.
15. Рекуперативные теплообменники: классификация по принципу действия.
16. Рекуперативные теплообменники: классификация по внутреннему источнику энергии.
17. Рекуперативные трубчатые теплообменники для охлаждения воздуха и охлаждаемые воздухом: назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества, типы оребрения труб.
18. Секционные теплообменники и теплообменники ?труба в трубе?: назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества.
19. Рекуперативные теплообменники (пластинчатые): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества по сравнению с другими видами теплообменников.
20. Рекуперативные теплообменники (спиральные): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества.
21. Рекуперативные теплообменники (труба в трубе): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества.
22. Змеевиковые теплообменники

#### 2. Письменная работа

##### Тема 8

1. Общие сведения по кристаллизации (растворимость; насыщенные, пересыщенные и ненасыщенные растворы; способы создания пересыщения раствора; стадии процесса кристаллизации; методы кристаллизации; аддуктивная кристаллизация).
2. Назначение процесса кристаллизации.
3. Изотермический метод кристаллизации.
4. Изогидрический метод кристаллизации.
5. Тепловой баланс кристаллизации.
6. Материальный баланс кристаллизации.
7. Особенности кинетики кристаллизации. Уравнения массоотдачи и массопередачи при кристаллизации. Использование уравнения массопередачи для определения скорости процесса кристаллизации?
8. Устройство и принцип действия поверхностных кристаллизаторов.
9. Устройство и принцип действия объемных кристаллизаторов.
10. Устройство и принцип действия поверхностно-объемных кристаллизаторов.
11. Процессы разделения растворов частичной кристаллизацией. Сопоставьте коэффициент разделения при кристаллизации с коэффициентом относительной летучести при перегонки жидкостей.



12. Определение числа ступеней разделения при разделении растворов методом фракционированной кристаллизации?

13. Определение ступеней изменения концентрации при разделении растворов противоточной многоступенчатой кристаллизацией.

### 3. Устный опрос

Тема 9

1. Смесительные теплообменники, их назначение.

2. Конструкции смесительных теплообменников.

3. Тепловой и материальный баланс смесительных теплообменников.

4. Системы оборотного водоснабжения, их назначение и классификация.

5. Градирни.

6. Сравнительная характеристика основных типов градирен.

7. Конструкция вентиляторной градирни и аппарата воздушного охлаждения. Выбор расчетной температуры и влажности атмосферного воздуха.

8. Смесительные теплообменники (оросительные полые аппараты): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества. Скрубберы полые.

9. Смесительные теплообменники (насадочные аппараты): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества. Скрубберы насадочные.

10. Расчет скрубберов.

11. Смесительные теплообменники (барботажные аппараты): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества.

12. Смесительные теплообменные аппараты и установки: конденсаторы смешения, скрубберы полые и насадочные, градирни.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Аппараты с кипящим слоем: с активной насадкой и контактные: конструкции, принцип действия, режимы эксплуатации. Особенности теплообмена, температурные режимы и поле температур. Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты регенеративных теплообменников.

2. Основные понятия адсорбции.

3. Адсорбенты.

4. Промышленные адсорбенты и их свойства.

5. Равновесие при адсорбции.

6. Статическая и динамическая активность адсорбентов.

7. Массопередача при адсорбции.

8. Схемы и аппаратура адсорбционных процессов.

9. Материальный баланс адсорбции.

10. Устройства и принцип действия адсорберов.

11. Основы расчета адсорберов.

12. Покажите сущность процесса выпаривания, области его практического применения.

13. Какое назначение имеет выпаривание растворов?

14. Какой из процессов происходит при выпаривании: кипение или испарение раствора или оба процесса?

15. Чем отличается выпаривание водных растворов от испарения чистой воды?

16. Что называют растворами?

17. Перечислите основные теплофизические свойства водных растворов и их влияние на процесс выпаривания.

18. Какую величину называют концентрацией раствора  $\beta$ ? Приведите формулу для  $\beta$ . Как изменяются теплоемкость, вязкость, плотность, температурная депрессия раствора с повышением его концентрации? Приведите формулу для удельной теплоемкости раствора.

19. Температурная депрессия. Как она изменяется в зависимости от концентрации и давления? Назовите три вида температурной депрессии.

20. Как изменяется физико-химическая температурная депрессия раствора с повышением и понижением давления в пространстве над раствором? Приведите формулу Тищенко (смысл, формула, величины, размерности).

21. Для каких растворов больше значение физико-химической температурной депрессии: с большим или меньшим молекулярным весом?

22. Что является движущей силой естественной циркуляции растворов?

23. Где парожидкостная эмульсия имеет меньшую плотность: в циркуляционной (опускной) трубе или в кипятильных трубках?

24. Имеется ли циркуляция раствора в пленочных выпарных аппаратах?

25. Раскройте конструктивные особенности выпарных аппаратов (ВА), их основные отличия от теплообменников.

Классификация ВА по принципу работы. Классификация ВА по давлению внутри аппарата.

26. Что понимается под полезной разностью температур выпарного аппарата (полезной разностью температур между первичным и вторичным паром в выпарном аппарате)? В чем различие при расчете рабочей средней движущей силы в теплообменниках и выпарных аппаратах?

27. С какой целью в выпарных аппаратах создают условия для циркуляции выпариваемого раствора? Покажите циркуляционный контур в выпарных аппаратах с естественной циркуляцией.
28. Какие типы аппаратов целесообразно применять для выпаривания кристаллизующихся, пенящихся, вязких, коррозионно-активных, маломинерализованных растворов?
29. Какие типы выпарных аппаратов следует применять при выпаривании кристаллизующихся растворов, и какие типы для пенящихся растворов?
30. Какой из выпарных аппаратов в большей степени подвержен отложению накипи на поверхности нагрева: с принудительной циркуляцией или с естественной?
31. В каких случаях целесообразно применение выпаривания с погружными горелками?
32. Постройте температурный график выпарной установки (с указанием депрессий).
33. Охарактеризуйте методы проведения процесса выпаривания под вакуумом, при атмосферном давлении и под повышенным давлением. Раскройте особенности однокорпусного и многокорпусного выпаривания, периодического и непрерывного выпаривания.
34. Что понимается под вторичным паром? Что понимается под экстра-паром? Что понимается под мятым паром? Что понимается под первичным паром?
35. Во сколько примерно раз больше расход пара на 1 кг выпаренной воды в однокорпусной установке по сравнению с трехкорпусной при их одинаковых производительностях?
36. Для выпаривания каких растворов применяют противоточную многокорпусную установку?
37. Какой коэффициент теплоотдачи имеет большое значение: от конденсирующегося пара к стенке или от стенки к кипящему концентрированному раствору?
38. Какие выпарные установки имеют большой удельный расход пара на 1 кг выпаренной воды: периодического или непрерывного действия?
39. Требуется ли установка насоса для подачи раствора, если выпарной аппарат работает под вакуумом?
40. Какие преимущества имеет применение вакуума в выпарной установке?
41. Назовите и объясните технические способы выпаривания растворов.
42. Изобразите схемы выпарных установок с аппаратами поверхностного типа.
43. Схема контактного выпаривания растворов.
44. Для каких целей применяют выпарные установки с тепловыми насосами?
45. Какое значение имеет многоступенчатый принцип выпаривания? Приведите формулу для расхода греющего пара при многокорпусном выпаривании  $D$ ?
46. Объясните назначение конденсаторов пара и назначение подогревателей раствора в схемах выпарных установок. Нарисуйте принципиальные схемы многокорпусных выпарных установок.
47. Назовите источники вторичной теплоты в выпарных установках и пути ее использования.
48. Выпаривание с тепловым насосом. Когда этот вид выпаривания экономически целесообразен?
49. Из какой ступени четырехкорпусной выпарной установки более экономичен отбор экстра-пара?
50. Для каких растворов применяется схема с параллельным питанием?
51. Назначение нулевого корпуса.
52. Назначение барометрического конденсатора.
53. Когда применяется схема с двумя греющими агентами?
54. Принцип работы адиабатной парной установки и ее область применения.
55. Для каких растворов применяются установки с аппаратами погружного горения?
56. Уравнение материального баланса процесса выпаривания без учета потерь раствора (формула, смысл, величины, размерности). Вывод основного уравнения материального баланса для определения количества выпаренной воды  $\omega$ , кг воды/кг раствора.
57. Формула (с выводом) для определения концентрации раствора  $b_n$  по корпусам. Определение полной температурной депрессии в выпарном аппарате.
58. Тепловые балансы и расход пара для выпарных установок непрерывного действия по методу Тищенко.
59. Общие сведения по кристаллизации (растворимость; насыщенные, пересыщенные и ненасыщенные растворы; способы создания пересыщения раствора; стадии процесса кристаллизации; методы кристаллизации; аддуктивная кристаллизация).
60. Назначение процесса кристаллизации.
61. Изотермический метод кристаллизации.
62. Изогидрический метод кристаллизации.
63. Тепловой баланс кристаллизации.
64. Материальный баланс кристаллизации.
65. Особенности кинетики кристаллизации. Уравнения массоотдачи и массопередачи при кристаллизации. Использование уравнения массопередачи для определения скорости процесса кристаллизации?
66. Устройство и принцип действия поверхностных кристаллизаторов.
67. Устройство и принцип действия объемных кристаллизаторов.
68. Устройство и принцип действия поверхностно-объемных кристаллизаторов.
69. Процессы разделения растворов частичной кристаллизацией. Сопоставьте коэффициент разделения при кристаллизации с коэффициентом относительной летучести при перегонки жидкостей.

70. Определение числа ступеней разделения при разделении растворов методом фракционированной кристаллизации?
71. Определение ступеней изменения концентрации при разделении растворов противоточной многоступенчатой кристаллизацией.
72. Смесительные теплообменники, их назначение.
73. Конструкции смесительных теплообменников.
74. Тепловой и материальный баланс смесительных теплообменников.
75. Системы оборотного водоснабжения, их назначение и классификация.
76. Градирни.
77. Сравнительная характеристика основных типов градирен.
78. Конструкция вентиляторной градирни и аппарата воздушного охлаждения. Выбор расчетной температуры и влажности атмосферного воздуха.
79. Смесительные теплообменники (оросительные полые аппараты): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества. Скрубберы полые.
80. Смесительные теплообменники (насадочные аппараты): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества. Скрубберы насадочные.
81. Расчет скрубберов.
82. Смесительные теплообменники (барботажные аппараты): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества.
83. Смесительные теплообменные аппараты и установки: конденсаторы смешения, скрубберы полые и насадочные, градирни.
84. Рекуперативные теплообменники: классификация по конструктивным признакам.
85. Рекуперативные теплообменники: классификация по функциональному назначению.
86. Рекуперативные теплообменники: классификация по принципу взаимодействия теплоносителей.
87. Рекуперативные теплообменники: классификация по принципу действия.
88. Рекуперативные теплообменники: классификация по внутреннему источнику энергии.
89. Рекуперативные трубчатые теплообменники для охлаждения воздуха и охлаждаемые воздухом: назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества, типы оребрения труб.
90. Секционные теплообменники и теплообменники ?труба в трубе?: назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества.
91. Рекуперативные теплообменники (пластинчатые): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества по сравнению с другими видами теплообменников.
92. Рекуперативные теплообменники (спиральные): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества.
93. Рекуперативные теплообменники (труба в трубе): назначение, конструкция, принцип действия, недостатки и преимущества.
94. Змеевиковые теплообменники.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
<b>Семестр 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	15
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1 3	15 15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергоэффективности, НП. - <http://gisee.ru/>

Национальный цифровой ресурс Руконт - межотраслевая электронная библиотека (ЭБС) на базе технологии Контекстум - <https://rucont.ru>

Портал "Энергоэффективность" - система управления энергетическим хозяйством. АМИС. - <http://energo.amisee.ru>

Федеральное государственное бюджетное учреждение "Российское энергетическое агентство" (РЭА) Минэнерго России - единый государственный информационно-технический комплекс. - <http://rosenergo.gov.ru>

ЭБС "ZNANIUM.COM" - <http://znanium.com/>

ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru>

ЭБС "Лань" - <http://e.lanbook.com>

Электронный каталог КФУ - <https://kpfu.ru/chelny/study/library/elektronnyj-katalog>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**



Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Вузовская лекция ? главное звено дидактического цикла, который включает помимо лекций также семинарские занятия, контроль знаний и самостоятельную работу студентов. Ее цель ? формирование ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала.</p> <p>Значение лекционной формы занятий в процессе изучения дисциплины обусловлено рядом причин:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- новый учебный материал по конкретной теме еще не нашел отражение в существующих учебниках;</li> <li>- некоторые разделы существующих учебников устарели.</li> </ul> <p>Как готовиться студенту к лекциям.</p> <p>Лекция является важнейшей формой организации учебного процесса.</p> <p>Она</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знакомит с новым учебным материалом,</li> <li>- разъясняет учебные элементы, трудные для понимания,</li> <li>- систематизирует учебный материал,</li> <li>- ориентирует в учебном процессе.</li> </ul> <p>Для того, чтобы лекция для студента была продуктивной, к ней надо готовиться.</p> <p>Подготовка к лекции заключается в следующем:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- узнайте тему лекции (по тематическому плану, по информации лектора),</li> <li>- прочитайте учебный материал по учебнику и учебным пособиям,</li> <li>- уясните место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке,</li> <li>- выпишите основные термины,</li> <li>- ответьте на контрольные вопросы по теме лекции,</li> <li>- уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными,</li> <li>- запишите вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.</li> </ul> <p>На лекционном занятии, согласно учебному плану дисциплины, студенту предлагается рассмотреть основные темы курса, связанные с принципиальными вопросами. Лекция должна быть законспектирована студентом, однако, форма конспекта может быть любой (конспект, схематичное фиксирование материала, запись узловых моментов лекции, основных терминов и определений). Возможно выделение (подчеркивание, выделение разными цветами) важных понятий, положений. Это поможет студенту развить не только слуховую, но и зрительную память.</p> <p>В конце лекционного занятия у студента в тетради должны быть отражены следующие моменты: тема занятия и дата его проведения, план лекции, основные термины, определения, важные смысловые доминанты, необходимые для понимания материала, излагаемого преподавателем, которые желательно записывать своими словами. Это поможет лучше понять тему лекции, осмыслить ее, переработать в соответствии со своими особенностями мышления и, следовательно, запомнить ее.</p> <p>Важно, чтобы материал был внимательно прослушан студентом, иначе ему трудно будет уловить логику изложения. Не следует записывать все, многие факты, примеры, детали, раскрывающие тему лекции, можно дополнительно просмотреть в учебной литературе, рекомендуемой преподавателем.</p> <p>Помимо внимательного прослушивания материала, без переключения на посторонние детали, студенту предлагается участвовать в диалоге с преподавателем, в ходе которого могут обсуждаться моменты, актуальные для его будущей практической деятельности; он может высказать свое мнение после сопоставления разных фактов и разнообразных точек зрения на них.</p> <p>Перед началом курса, на вводном занятии, преподаватель сообщает о форме, в которой будет проводиться диалог с обучающимися на лекционных занятиях. Применяются две формы общения преподавателя с обучающимися. При выборе первой формы, удобной для изложения объемного материала в сжатые сроки, обучающиеся получают право задавать вопросы по теме лекции только после ее окончания. Специально для этой цели преподаватель в обязательном порядке оставляет 10-15 минут в конце занятия. Если предложена именно такая схема работы, обучающимся необходимо записывать все возникающие по ходу лекции вопросы, а затем, с разрешения преподавателя, задать их. При второй схеме общения ?преподаватель-обучающийся?, вопрос можно задавать по ходу лекции. Для этого следует дожидаться окончания текущей фразы преподавателя и поднять руку, показав тем самым, что у вас возник вопрос.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Решение практических заданий нацелено на формирование у студента соответствующих практических умений. Решение предлагаемых заданий является средством текущего контроля приобретенных в течение семестра при самостоятельной работе знаний и навыков студентов, а также необходимо для самооценки студентами их подготовленности по теме. По теме необходимо решить (и предъявить для проверки) все предлагаемые примеры. Изложение решения задач должно быть кратким, не загромождено текстовыми формулировками используемых утверждений и определений; простые преобразования и арифметические выкладки пояснять не следует.</p> <p>Степень подробности изложения решений задач должна соответствовать степени подробности решения примеров в соответствующих разделах теоретических материалов. Ключевые идеи решения следует обосновывать ссылкой на использованные утверждения и приводить номера соответствующих формул. Устные опросы проводятся в рамках семинаров или коллоквиумов. В первом случае ? это тематический набор вопросов, подлежащих более глубокому осознанию. При проведении коллоквиума студенты готовят ответы по нескольким темам или разделу дисциплины.</p>
лабораторные работы	<p>В помощь студенту для работы на занятиях, подготовки к ним и правильного составления отчетов.</p> <p>Перед выполнением заданий лабораторных работ студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>? внимательно прочитать цель и задачи занятия,</li> <li>? ознакомиться с требованиями к уровню подготовки в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами третьего поколения,</li> <li>? прочитать краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме лабораторной работы,</li> <li>? ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.</li> </ul> <p>Каждую лабораторную работу студент должен выполнять в соответствии с прилагаемой инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной в данном сборнике методике.</p> <p>Отчет по лабораторной работе студент должен выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>К материалам лекции студенту необходимо возвращаться не только в период подготовки к зачету, а перед каждым занятием. Это поможет выявить в целом логику выстраивания материала, предлагаемого для изучения, и логику построения курса, а также лучше запомнить его.</p> <p>К числу важнейших умений, являющихся неотъемлемой частью успешного учебного процесса, относится умение работать с различными литературными источниками, содержание которых так или иначе связано с изучаемой дисциплиной.</p> <p>Подготовку к любой теме курса рекомендуется начинать с изучения конспекта лекций. В лекциях дается систематизированное изложение материала, разъясняется смысл разных терминов и сообщается об изменениях в подходах к изучению тех или иных проблем данного курса. Но нельзя ограничивать изучение учебного курса только чтением конспекта. При всем его совершенстве и полноте конспектирования лекции в нем невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому студенту необходимо освоить приемы работы с учебной литературой, монографиями, журнальными статьями и т.д.</p> <p>Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты организационных проблем, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.</p> <p>Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.</p> <p>В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.</p> <p>Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с мысленной проработкой материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.</p> <p>Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.</p> <p>Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.</p> <p>Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.</p> <p>Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаю</p>

Вид работ	Методические рекомендации
устный опрос	Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы студентов и включает в себя повторение пройденного материала по вопросам предстоящего опроса. Помимо основного материала студент должен изучить дополнительную рекомендованную литературу и информацию по теме, в том числе с использованием Интернет-ресурсов. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 3 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации студентом своей самостоятельной работы. Опрос предполагает устный ответ студента на один основной и несколько дополнительных вопросов преподавателя. Ответ студента должен представлять собой развернутое, связанное, логически выстроенное сообщение. При выставлении оценки преподаватель учитывает правильность ответа по содержанию, его последовательность, самостоятельность суждений и выводов, умение связывать теоретические положения с практикой, в том числе и с будущей профессиональной деятельностью.
письменная работа	Суть письменной работы состоит в том, что, студент должен на заданную тематику в письменной форме изложить краткое содержание материала данный преподавателем во время лекционных занятий. Работа должна быть конструктивна, логична и охватить всю тематику выданным преподавателем студенту на письменную работу.
зачет	При подготовке к зачету необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на семинарах и практических занятиях в течение семестра. После окончания курса лекций студент должен взять у преподавателя перечень вопросов к зачету и подготовиться надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут не понятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на семинарах и практических занятиях в течение семестра. В каждом билете на экзамен содержатся 2 вопроса. После окончания курса лекций студент должен взять у преподавателя перечень вопросов к экзамену и подготовиться надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут не понятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Лингафонный кабинет.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" и профилю подготовки "Промышленная теплоэнергетика".



Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.12 Тепломассообменное оборудование предприятий

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Основная литература:**

1. Расчет ректификационной установки: Учебно-методическое пособие / Шайхутдинова М.К., Дерягина Н.В., Бурюкин Ф.А. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 170 с.: ISBN 978-5-7638-3590-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=978768>

2. Логинов, В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов. Электрон. дан. СПб. : Лань, 2011. 256 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1553>. Загл. с экрана.

3. Поникаров И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: Учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Альфа-М, 2006. - 608 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 5-98281-059-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=106863>

**Дополнительная литература:**

1. Бабакин, Б.С. Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса. [Электронный ресурс]: Учебники / Б.С. Бабакин, А.Э. Сулов, Ю.А. Фатыхов, В.Н. Эрлихман. - Электрон. дан. ? СПб.: Лань, 2014. - 336 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/39143> ? Загл. с экрана. (для раздела 'Теплообменники-утилизаторы')

2. Еремеев, Н.В. Изготовление лакированных листов для высокотемпературной пайки узлов теплообменной аппаратуры [Электронный ресурс] / Н.В. Еремеев, В.В. Степанов, А.Б. Бекетов // Современные технологии обработки металлов и сплавов: Сборник научно-технических статей. - М.: МАТИ: ИНФРА-М, 2015. - с. 163-166. - ISBN 978-5-16-010767-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=515392>

3. Интенсификация гидродинамических и тепловых процессов в аппаратах с турбулизаторами потока: Теория, эксперимент, методы расчета: Монография/Светлов Ю.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 304 с.: 60x90 1/16. - (Научная мысль) (О) ISBN 978-5-16-010607-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=496152>

4. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств: Учебник/Зимняков В.М., Курочкин А.А., Спицын И.А. и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 360 с.: 60x90 1/16. - (ВО: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010566-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=494036>

5. Тепловой и гидравлический расчеты рекуперативного теплообменного аппарата: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине 'Теплопередача' Сост. Федоровский К.Ю., - Севастополь: СевНТУ, 2015. - 37 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=854606>

6. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): Учебное пособие / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский. - М.: Альфа-М, 2011. - 720 с.: ил.; 60x90 1/16. (п) ISBN 978-5-98281-132-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=135286>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.12 Тепломассообменное оборудование предприятий

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.