

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины** Современные теплообменные аппараты

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки** 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)*

**Направленность (профиль)** Энергетика теплотехнологий

*(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)*

**Кафедра** Инженерные системы и экология

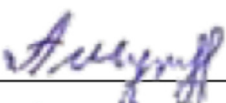
Квалификация выпускника *магистр*

Астрахань - 2024

Разработчик:

К.Т.Н., доцент

(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

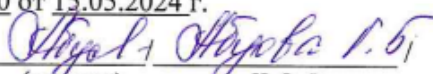
  
(подпись)

/ Ю.А. Аляудинова /

И. О. Ф.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 10 от 15.05.2024 г.

И.о. заведующего кафедрой

  
(подпись)

И. О. Ф.


**Согласовано:**

Председатель МКН


«Теплоэнергетика и теплотехника»

направленность (профиль)


«Энергетика теплотехнологий»

 / Ю.А. Аляудинова  
(подпись) И. О. Ф.


Начальник УМУ

 / О.А. Касимова  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМО ВО

 / Е.С. Тавашенко  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УИТ

 / Тегза А.В.  
(подпись) И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой

 / А.С. Тавашенко  
(подпись) И. О. Ф.

## Содержание

	<b>Стр.</b>
1. Цель освоения дисциплины	<b>4</b>
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	<b>4</b>
3. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры	<b>4</b>
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	<b>4</b>
5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий	<b>7</b>
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)	<b>7</b>
5.1.1. Очная форма обучения	<b>7</b>
5.1.2. Заочная форма обучения	<b>8</b>
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам	<b>9</b>
5.2.1. Содержание лекционных занятий	<b>9</b>
5.2.2. Содержание лабораторных занятий	<b>9</b>
5.2.3. Содержание практических занятий	<b>10</b>
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	<b>10</b>
5.2.5. Темы контрольных работ	<b>11</b>
5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ	<b>11</b>
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	<b>11</b>
7. Образовательные технологии	<b>12</b>
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<b>13</b>
8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	<b>13</b>
8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	<b>14</b>
8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины	<b>14</b>
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	<b>14</b>
10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	<b>16</b>

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Современные теплообменные аппараты» является углубление уровня освоения компетенций обучающегося в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

**ПК – 2** способен осуществлять выбор методов и способов обеспечения экологической безопасности производства;

**ПК – 4** - способен организовывать работы по оценке эффективности технологических процессов, инновационных технологических рисков при внедрении новых технологий.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:**

**ПК – 2.1** - разработка и экономическое обоснование планов внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду;

**знать:**

- методы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающей минимизацию воздействия организации на окружающую среду;

**уметь:**

- разрабатывать и экономически обосновывать планы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду;

**иметь навыки:**

- в разработке и экономическом обосновании планов внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду.

**ПК – 4.1** - Формирование и комплектация полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики;

**знать:**

- методы формирования и комплектации полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики;

**уметь:**

- формировать и комплектовать полный раздел проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики;

**иметь навыки:**

- формировании и комплектации полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики.

**ПК – 4.2** - Анализ эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики;

**знать:**

- методы анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики;

**уметь:**

- анализировать эффективность работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики;

**иметь навыки:**

- анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики.

### 3. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 «Современные теплообменные аппараты» реализуется в рамках Блока 1 «Дисциплины» в части формируемой участниками образовательных отношений (элективная дисциплина (по выбору)).

Дисциплина базируется на знаниях основ математики, физики.

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

Форма обучения	Очная	Заочная
1	2	3
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 5 з.е.; всего -5 з.е.</b>	<b>1 семестр -5 з.е.; все- го - 5 з.е.</b>
Лекции (Л)	1 семестр - 28 часов; <b>всего - 28 часов</b>	1 семестр - 8 часов; <b>всего -8 часов</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1 семестр - 28 часов; <b>всего -28 часов</b>	1 семестр - 4 часа; <b>всего -4 часа</b>
Практические занятия (ПЗ)	1 семестр - 28 часов; <b>всего - 28 часов</b>	1 семестр - 10 часов; <b>всего -10 часов</b>
Самостоятельная работа (СР)	1 семестр - 96 часов; <b>всего -96 часов</b>	1 семестр - 158 часов; <b>всего -158 часов</b>
<b>Форма текущего контроля:</b>		
Контрольная работа	<i>Семестр -1</i>	<i>Семестр -1</i>
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамены	<i>Семестр -1</i>	<i>Семестр -1</i>
Зачет	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Зачет с оценкой	<i>учебным планом, не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)

5.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	1	2	3
1	Раздел 1. Классификация и современные тенденции конструирования современных теплообменных аппаратов.	42	1	7	7	7	21	Контрольная работа, экзамен
2	Раздел 2. Конструктивные особенности и особенности эксплуатации теплообменных аппаратов.	47	1	7	7	7	26	
3.	Раздел 3. Методы и методика расчета и конструирования теплообменных аппаратов.	42	1	7	7	7	21	
4.	Раздел 4. Теплотехнические и эксплуатационные требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам.	49	1	7	7	7	28	
<b>Итого:</b>		180		28	28	28	96	

### 5.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	1	2	3
1	Раздел 1. Классификация и современные тенденции конструирования современных теплообменных аппаратов.	42	1	2	1	2	37	Экзамен, контрольная работа
2	Раздел 2. Конструктивные особенности и особенности эксплуатации теплообменных аппаратов.	47	1	2	1	2	42	
3	Раздел 3. Методы и методика расчета и конструирования теплообменных аппаратов.	42	1	2	1	3	36	
4.	Раздел 4. Теплотехнические и эксплуатационные требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам.	49	1	2	1	3	43	
<b>Итого:</b>		180		8	4	10	158	

## 5.1 Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Раздел 1. Классификация и современные тенденции конструирования современных теплообменных аппаратов.	<b>Входное тестирование по дисциплине.</b> Технические характеристики теплообменных аппаратов (ТА). Классификация ТА. Функциональные признаки. Конструктивные признаки. Интенсификация теплообмена. Теплоносители. <i>Разработка и экономическое обоснование планов внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду</i>
2.	Раздел 2. Конструктивные особенности и особенности эксплуатации теплообменных аппаратов.	Кожухотрубные ТА. Скорость теплоносителя в межтрубном пространстве и вибрация труб. Защита от электрохимической коррозии и коррозионной эрозии. Секционные ТА и аппараты "труба в трубе". Змеевиковые и трубчатые ТА для охлаждения воздуха и охлаждаемые воздухом. Пластинчатые ТА. Конфигурации пластинчато-ребристых поверхностей. Регенеративные ТА. ТА из полимерных материалов. <i>Проведение обоснованных расчетов экологических рисков с целью прогнозирования воздействия хозяйственной деятельности организации на окружающую среду</i>
3.	Раздел 3. Методы и методики расчета и конструирования теплообменных аппаратов.	Тепловой и гидромеханический расчет ТА. Основные положения и расчетные соотношения теплового расчета ТА. Общие рекомендации по выполнению расчетов. Виды расчетов ТА. Расчетные модели ТА. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Средний температурный напор. Тепловая эффективность. Определяющие (средние) температуры теплоносителей. Температуры поверхностей теплоподающей стенки. Гидромеханический расчет ТА. Конструктивные и режимные характеристики. Компоновка труб в трубном пучке. Геометрические характеристики трубных пучков. Направление движения теплоносителей. Скорость теплоносителей в трубах и межтрубном пространстве. Основы проектирования ТА. Общие требования к проектам. Разработка технического предложения. Эскизное проектирование при изготовлении аппаратов. Выполнение технического проекта. Разработка рабочей, эксплуатационной и товарно-сопроводительной документации. <i>Формирование и комплектация полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики</i> Общие рекомендации по конструированию аппаратов. Материалы, применяемые при изготовлении аппаратов.
4.	Раздел 4. Теплотехнические и эксплуатационные требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам.	Основные показатели надежности ТА. Основные комплексные показатели надежности. Коэффициент готовности Кг. Коэффициент кооперативной готовности. Коэффициент технического использования. Показатели эффективности ТА. Эксергетические показатели эффективности работы ТА. Изготовление ТА. <i>Анализ эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики</i>



### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Раздел 1. Классификация и современные тенденции конструирования современных теплообменных аппаратов.	Лабораторная работа №1. Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции.
2.	Раздел 2. Конструктивные особенности и особенности эксплуатации теплообменных аппаратов.	Лабораторная работа №2. Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденном течении.
3.	Раздел 3. Методы и методики расчета и конструирования теплообменных аппаратов.	Лабораторная работа №3. Определение коэффициента теплоотдачи при конденсации водяного пара.
4.	Раздел 4. Теплотехнические и эксплуатационные требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам.	Лабораторная работа №4. Определение коэффициента теплоотдачи при изменении агрегатного состояния вещества.

### 5.2.3. Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Раздел 1. Классификация и современные тенденции конструирования современных теплообменных аппаратов.	Методы интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах. <i>Разработка и экономическое обоснование планов внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду</i>
2.	Раздел 2. Конструктивные особенности и особенности эксплуатации теплообменных аппаратов.	Мероприятия по повышению эффективности теплообмена и совершенствованию конструкций теплообменных аппаратов. <i>Проведение обоснованных расчетов экологических рисков с целью прогнозирования воздействия хозяйственной деятельности организации на окружающую среду</i>
3..	Раздел 3. Методы и методики расчета и конструирования теплообменных аппаратов.	Конструкторский расчет ТА. Определение коэффициента теплопередачи, температурного напора и теплопередающей поверхности теплообменного аппарата. <i>Формирование и комплектация полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики</i>
4.	Раздел 4. Теплотехнические и эксплуатационные требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам.	Расчет коэффициента оперативной готовности. Коэффициент технического использования. Расчет показателя эффективности ТА. Экспертные показатели эффективности работы ТА. <i>Изготовление ТА. Анализ эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики</i>

### 5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Раздел 1. Классификация и современные тенденции конструирования современных теплообменных аппаратов.	Проработка конспекта лекций Подготовка к практическому занятию Подготовка к лабораторному занятию Подготовка к экзамену Подготовка к итоговому тестированию Выполнение контрольной работы	[1], [3], [5]
2.	Раздел 2. Конструктивные особенности и особенности эксплуатации теплообменных аппаратов.	Проработка конспекта лекций Подготовка к практическому занятию Подготовка к лабораторному занятию Подготовка к экзамену Подготовка к итоговому тестированию Выполнение контрольной работы	[1], [2], [4], [5]
3.	Раздел 3. Методы и методика расчета и конструирования теплообменных аппаратов.	Проработка конспекта лекций Подготовка к практическому занятию Подготовка к лабораторному занятию Подготовка к экзамену Подготовка к итоговому тестированию Выполнение контрольной работы	[1], [2], [4], [3],
4.	Раздел 4. Теплотехнические и эксплуатационные требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам.	Проработка конспекта лекций Подготовка к практическому занятию Подготовка к лабораторному занятию Подготовка к экзамену Подготовка к итоговому тестированию Выполнение контрольной работы	[1], [2], [5], [4],

#### Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Раздел 1. Классификация и современные тенденции конструирования современных теплообменных аппаратов.	Проработка конспекта лекций Подготовка к практическому занятию Подготовка к лабораторному занятию Подготовка к экзамену	[1], [3], [5]

		Подготовка к итоговому тестированию Выполнение контрольной работы.	
2.	Раздел 2. Конструктивные особенности и особенности эксплуатации теплообменных аппаратов.	Проработка конспекта лекций Подготовка к практическому занятию Подготовка к лабораторному занятию Подготовка к экзамену Подготовка к итоговому тестированию Выполнение контрольной работы.	[1], [2], [4], [5]
3.	Раздел 3. Методы и методика расчета и конструирования теплообменных аппаратов.	Проработка конспекта лекций Подготовка к практическому занятию Подготовка к лабораторному занятию Подготовка к экзамену Подготовка к итоговому тестированию Выполнение контрольной работы	[1], [2], [4], [3],
4.	Раздел 4. Теплотехнические и эксплуатационные требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам.	Проработка конспекта лекций Подготовка к практическому занятию Подготовка к лабораторному занятию Подготовка к экзамену Подготовка к итоговому тестированию Выполнение контрольной работы	[1], [2], [5], [4],

### 5.2.5. Темы контрольных работ

Тема контрольной работы «Расчет теплообменного аппарата» Вариант задания выбирается согласно шифру обучающегося

### 5.2.6. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены.

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

<b>Организация деятельности студента</b>
<p><b><u>Лекция</u></b></p> <p>В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p>
<p><b><u>Практическое занятие</u></b></p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.</p>

### **Лабораторное занятие**

Работа в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.

### **Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в помещениях для самостоятельной работы, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- выполнение контрольных работ;
- решение задач;
- работу со справочной и методической литературой;
- работу с нормативными правовыми актами;
- участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к практическим (лабораторным) занятиям;
- изучения учебной и научной литературы;
- изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.;
- подготовки к практическим занятиям устных докладов (сообщений);
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях.
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

### **Контрольная работа**

Теоретическая и практическая части контрольной работы выполняются по установленным темам (вариантам) с использованием практических материалов, полученных на практических (лабораторных) занятиях. К каждой теме контрольной работы рекомендуется примерный перечень основных вопросов, список необходимой литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения контрольной работы. Чтобы полнее раскрыть тему, следует использовать дополнительные источники и материалы. Инструкция по выполнению контрольной работы находится в методических материалах по дисциплине.

### **Подготовка к экзамену**

Подготовка студентов к экзамену включает три стадии:

- самостоятельная работа в течение учебного семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете.

## **7. Образовательные технологии**

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Современные теплообменные аппараты»:

### **Традиционные образовательные технологии**

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Современные теплообменные аппараты», проводятся с использованием традиционных образовательных технологий ориентирующиеся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лекция - последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие - занятия по решению различных прикладных задач, образцы ко-

торых были даны на лекциях с применением различных образовательных технологий. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждой задачи и интуиция.

Лабораторное занятие - организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с моделями реальных объектов.

### **Интерактивные технологии**

По дисциплине «Современные теплообменные аппараты» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

Лекция-провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками). Такой тип лекций рассчитан на стимулирование обучающихся к постоянному контролю предлагаемой информации и поиску ошибок. В конце лекции проводится диагностика знаний студентов и разбор сделанных ошибок.

По дисциплине «Современные теплообменные аппараты» практические занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах - это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная учебная литература:***

1. Борисов, В. М. Технология компрессорного и холодильного машиностроения : учебное пособие : / В. М. Борисов ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012. – 140 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258357>.
2. Теоретические основы рекуперации тепловых потерь в мобильной компрессорной установке с применением холодильных циклов: учебное пособие / В. Л. Юша, Г. И. Чернов, А. В. Зиновьева [и др.] ; Омский государственный технический университет. – Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2015. – 68 с. : табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443146>.
3. Дьяченко, Ю. В. Исследование термодинамических циклов воздушно-холодильных машин / Ю. В. Дьяченко. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2006. – 404 с. : табл., схем., граф., ил. – (Монографии НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436204>.

#### ***б) дополнительная учебная литература:***

4. Фирсова, Ю. А. Расчет аммиачной холодильной установки с закрытой системой охлаждения: учебное пособие: / Ю. А. Фирсова, М. С. Хамидуллин, А. Г. Сайфетдинов; Казанский государственный технологический университет. – Казань: Казанский научно-исследовательский техноло-

гический университет (КНИТУ), 2011. – 92 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258608>.

5. Кокорин О. Я. Системы и оборудование для создания микроклимата помещений. Учебник / О.Я. Кокорин. Ю. М. Варфоломеев; под общ.ред. Ю. М. Варфоломеева.–Москва, ИНФРА-М, 2014. – 273 с.

**в) перечень учебно-методического обеспечения**

6. Свинцов В.Я. Лабораторный практикум по дисциплине "Современные теплообменные аппараты" Астрахань. АИСИ. 2014.- 69 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://edu.aucu.ru>.

7. Свинцов В.Я. Методические указания для выполнения контрольной работы по дисциплине «Современные теплообменные аппараты» АИСИ. 2014. - 41 стр. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://edu.aucu.ru>.

8. Курс лекций по дисциплине «Теория горения углеводородных топлив». АИСИ. 2014.-116 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://edu.aucu.ru>.

**г) периодические издания:**

9. Энергосбережение. - Москва: «АВОК-ПРЕСС», с 1995 - 144с.

**д) перечень онлайн курсов:**

10. <https://www.intuit.ru/studies/courses/>

**8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

1. 7-Zip
2. Office 365
3. Adobe Acrobat Reader DC.
4. Internet Explorer.
5. Apache Open Office.
6. Google Chrome
7. VLC media player
8. Azure Dev Tools for Teaching
9. Kaspersky Endpoint Security

**8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины**

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета: (<http://edu.aucu.ru>, <http://moodle.aucu.ru>).
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» (<https://biblioclub.ru/>).
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» ([www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)).
4. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>).
5. Консультант + (<http://www.consultant-urist.ru/>).
6. Федеральный институт промышленной собственности (<https://www1.fips.ru/>).
7. Патентная база USPTO (<https://www.uspto.gov/patents-application-process/search-patents>).

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

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения учебных занятий: 414006, г. Астрахань, пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, аудитории №301, №202, №303, №201, №103	<b>№301</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		<b>№202</b> Комплект учебной мебели

		<p>Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»</p> <p style="text-align: center;"><b>№303</b></p> <p>Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплексная лабораторная установка по отоплению в составе: электрический котел ЭПО-7.5 с блоком управления, 2-х трубная полипропиленовая система трубопроводов, расширительный бак, запорная арматура, приборы учета расхода теплоносителя СГБ-15, манометры, термометры, биметаллические радиаторы, конвекторы различных типов, водяные калориферы, циркуляционный насос WILLO, воздушобросные устройства, распределительный коллектор. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»</p> <p style="text-align: center;"><b>№201</b></p> <p>Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Аппарат отопительный газовый водогрейный АОГВ 17.4 в сборе, аппарат отопительный газовый водогрейный в разрезе Газовый проточный водонагреватель в сборе, газовый проточный водонагреватель в разрезе Печь муфельная ПМ-8 Водонагреватель накопительного типа Термекс Nit H 5 л. Комплект переносных измерительных приборов в составе: тепловизор Control IR-cam 2, определитель точки росы Elkometr 319, ультразвуковой толщиномер АКС А1209, анемометр АТЕ -1033 АКТАКОМ, инфракрасный термометр DT-8863 Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»</p> <p style="text-align: center;"><b>№103</b></p> <p>Комплект учебной мебели Компьютеры – 6 шт. Переносной мультимедийный комплект Комплект учебно-лабораторного оборудования «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» «Тепловой насос» Установка гелиоколлекторная для систем отопления в составе: два гелиоколлектора, бойлер косвенного нагрева с электрическим тэном, распределительный коллектор, циркуляционные насосы, расширительные мембранные баки, блок системы автоматизации и управления, система подогрева «теплый пол» Источник высоковольтного напряжения Киловольтметр электростатический с 197</p>
--	--	--

		<p>Узел распылительный Комплект состоящий из солнечной фотоэлектрической панели со светодиодным фонарем уличного освещения и аккумулятором. Лабораторная установка «Автономные системы электрического отопления» Лабораторный стенд «Электрические системы освещения» Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»</p>
2	<p>Помещение для самостоятельной работы: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 22а, аудитории №201, №203; 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18 а, библиотека, читальный зал.</p>	<p style="text-align: center;"><b>№201</b></p> <p>Комплект учебной мебели Компьютеры - 8 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»</p> <p style="text-align: center;"><b>№203</b></p> <p>Комплект учебной мебели Компьютеры - 8 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»</p> <p><b>библиотека, читальный зал,</b> Комплект учебной мебели Компьютеры -4 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»</p>

#### **10. Особенности организации обучения по дисциплине «Современные теплообменные аппараты» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Современные теплообменные аппараты» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальных особенностей).



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине**  
**«Современные теплообменные аппараты»**  
**ОПОП по направлению подготовки**  
**13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,**  
**направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий»**  
**по программе магистратуры**

Арабовым Михаилом Шугеевичем (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Современные теплообменные аппараты» ОПОП по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе магистратуры, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – доцент, к.т.н. Аляутдинова Ю.А.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Современные теплообменные аппараты» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 № 146 и зарегистрированного в Минюсте России 22.03.2018 № 50472.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (элективная дисциплина(по выбору)) Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Современные теплообменные аппараты» закреплены две компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

Предложенные в программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, иметь навыки отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по «Современные теплообменные аппараты» на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина «Современные теплообменные аппараты» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий» и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний магистра, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике дисциплины «Современные теплообменные аппараты» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Современные теплообменные аппараты» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Современные теплообменные аппараты» представлены: вопросами к экзамену, вопросами к тесту, заданием к контрольной работе, заданием к лабораторной работе.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Современные теплообменные аппараты» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Современные теплообменные аппараты» ОПОП по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе магистратуры, разработанная доцентом, к.т.н., Аляутдиновой Ю.А. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

Доцент кафедры «ИСЭ»



(подпись)

Арабов М.Ш.

И. О. Ф.

Подпись Арабова М.Ш. заверено



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине**  
**«Современные теплообменные аппараты»**  
**ОПОП по направлению подготовки**  
**13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,**  
**направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий»**  
**по программе магистратуры**

Вдовенко Романом Евгеньевичем (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Современные теплообменные аппараты» ОПОП по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе магистратуры, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – доцент, к.т.н. Аляутдинова Ю.А.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Современные теплообменные аппараты» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 № 146 и зарегистрированного в Минюсте России 22.03.2018 № 50472.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (элективная дисциплина(по выбору)) Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Современные теплообменные аппараты» закреплены две компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

Предложенные в программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, иметь навыки отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по «Современные теплообменные аппараты» на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина «Современные теплообменные аппараты» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий» и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний магистра, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике дисциплины «Современные теплообменные аппараты» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Современные теплообменные аппараты» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Современные теплообменные аппараты» представлены: вопросами к экзамену, вопросами к тесту, заданием к контрольной работе, заданием к лабораторной работе.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Современные теплообменные аппараты» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Современные теплообменные аппараты» ОПОП по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе магистратуры, разработанная доцентом, к.т.н., Аляутдиновой Ю.А. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:  
Главный инженер  
ООО ПСФ «ГЕОЭкспресс»



/ Р.Е. Вдовенко/  
И. О. Ф.

## Аннотация

к рабочей программе дисциплины  
«Современные теплообменные аппараты»  
по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.  
Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Целью учебной дисциплины «Современные теплообменные аппараты» является углубление уровня освоения компетенций обучающегося в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина «Современные теплообменные аппараты» входит в Блок 1 «Дисциплины», части, формируемой участниками образовательных отношений (элективная дисциплина (по выбору)). Дисциплина базируется на знаниях основ математики, физики.

Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1. Классификация и современные тенденции конструирования современных теплообменных аппаратов.

Раздел 2. Конструктивные особенности и особенности эксплуатации теплообменных аппаратов.

Раздел 3. Методы и методика расчета и конструирования теплообменных аппаратов.

Раздел 4. Теплотехнические и эксплуатационные требования, предъявляемые к теплообменным аппаратам.

И.о. заведующего кафедрой



(подпись)

А.Б.Суден Г.Б.

И. О. Ф.

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



## ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Наименование дисциплины Современные теплообменные аппараты

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

По направлению подготовки 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)*

Направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий»

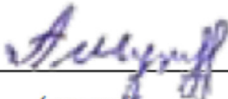
*(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)*

Кафедра Инженерные системы и экология

Квалификация выпускника *магистр*

**Разработчики:**



К.Т.Н., доцент  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись)

/ Ю.А. Аляутдинова /  
И. О. Ф.


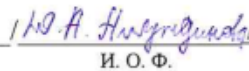
Оценочные и методические материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 10 от 15.05.2024 г.

И.о. заведующего кафедрой



   
(подпись) И. О. Ф.

Председатель МКН

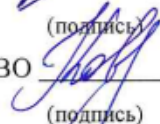

«Теплоэнергетика и теплотехника»  
направленность (профиль)  
«Энергетика теплотехнологий»

   
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ

 /   
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМО ВО

   
(подпись) И. О. Ф.

## СОДЕРЖАНИЕ:

	<b>Стр.</b>
1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ	4
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	5
1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости	5
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
1.2.3. Шкала оценивания	12
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	3
3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	17



**1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине**

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины и представлены в виде отдельного документа

**1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Индекс и формулировка компетенции N		Индикаторы достижения компетенций, установленные ОПОП	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1 РПД)				Формы контроля с конкретизацией задания
			1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ПК-2</b> - способен осуществлять выбор методов и способов обеспечения экологической безопасности производства;	<b>ПК-2.1</b> Разработка и экономическое обоснование планов внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду;	Знать:					
		- методы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающей минимизацию воздействия организации на окружающую среду;	X				Экзамен (вопросы 1-7). Контрольная работа (вопросы 1-3),
		Уметь:					
		- разрабатывать и экономически обосновывать планы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду;	X				Экзамен (вопросы 8-14). Контрольная работа (вопросы 4-6),
		Иметь навыки:					
		- в разработке и экономическом обосновании планов внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду.	X				Экзамен (вопросы 15-21). Итоговое тестирование (вопросы 16-21) Контрольная работа (вопросы 7-9), Защита лабораторной работы №1,2

<b>ПК- 4 -</b> Способен организовывать работы по оценке эффективности технологических процессов, инновационных технологических рисков при внедрении новых технологий	<b>ПК-4.1</b> Формирование и комплектация полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	Знать:					
		- методы формирования и комплектации полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики		X			Экзамен (вопросы 22-28). Итоговое тестирование (вопросы 22 - 29). Контрольная работа (вопросы 10-12).
		Уметь:					
		- формировать и комплектовать полный раздел проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики		X			Экзамен (вопросы 29-35). Итоговое тестирование (вопросы 30-36). Контрольная работа (вопросы 13-15).
		Иметь навыки:					
	- формировании и комплектации полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики			X		Контрольная работа (вопросы 16-21). Экзамен (вопросы 36-42). Итоговое тестирование (вопросы 37-63). Защита лабораторной работы №3,4	
	<b>ПК-4.2</b> Анализ эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	Знать:					
		- методы анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики			X		Экзамен (вопросы 22-28). Итоговое темтирование (вопросы 22 - 29). Контрольная работа (вопросы 10-12).
		Уметь:					
		- анализировать эффективность работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики				X	Экзамен (вопросы 29-35). Итоговое тестирование (вопросы 30-36). Контрольная работа

							(вопросы 13-15).
		Иметь навыки:					
		- анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики				X	Контрольная работа (вопросы 16-21). Экзамен (вопросы 36-42). Итоговое тестирование (вопросы 37-63). Защита лабораторной работы №3,4

**1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

**1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости**

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуются для оценки умений и владений студентов	Темы лабораторных работ и требования к их защите

**1.2.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Компетенция, этапы освоения компетенции		Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
			Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1		2	3	4	5	6
ПК-2 способен осуществлять выбор методов и способов обеспечения экологической безопасности производства ;	ПК-2.1 разработка и обоснование планов внедрения новой техники и технологий, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду;	<b>Знает:</b> методы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающей минимизацию воздействия организации на окружающую среду	Обучающийся не знает методов внедрения новой техники и технологии, обеспечивающей минимизацию воздействия организации на окружающую среду	Обучающийся знает методы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающей минимизацию воздействия организации на окружающую среду допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала	Обучающийся твердо знает методы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающей минимизацию воздействия организации на окружающую среду , не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся знает методы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающей минимизацию воздействия организации на окружающую среду, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
		<b>Умеет:</b> разрабатывать и обосновывать экономически обосновывать	Не умеет разрабатывать и экономически обосновывать планы внедрения новой	В целом успешное, но не системное умение - разрабатывать и	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение	Сформированное умение - разрабатывает

		планы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду;	техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду;	экономически обосновывать планы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду;	разрабатывать и экономически обосновывать планы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду;	ь и экономическ и обосновыват ь планы внедрения новой техники и технологии, обеспечивающ их минимизаци ю воздействия организации на окружающу ю среду;
		<b>Имеет навыки:</b> в разработке и экономическом обосновании планов внедрения новой техники и технологии, обеспечивающих минимизацию воздействия организации на окружающую среду.	Обучающийся не имеет навыков проведения анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний	В целом успешное, но не системное имение навыков проведения анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками имение навыков проведения анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний	Успешное и системное имение навыков проведения анализа направлений исследований в соответствующей области знаний
<b>ПК-4</b> Способен организовыва ть работы по	<b>ПК-4.1</b> Формирование и комплектация полного раздела	<b>Знает:</b> методы формирования и комплектации	Обучающийся не знает методы формирования и комплектации полного раздела проектной и	Обучающийся имеет знания только об основных методах формирования и	Обучающийся твердо знает материал о методах формирования и	Обучающийся я знает новые методы

оценке эффективности технологических процессов, инновационных технологических рисков при внедрении новых технологий	проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	комплектации полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	комплектации полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	формирования и комплектации полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики
		<b>Умеет:</b> формировать и комплектовать полный раздел проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	Не умеет формировать и комплектовать полный раздел проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	В целом успешное, но не системное умение формировать и комплектовать полный раздел проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение формировать и комплектовать полный раздел проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	Умеет квалифицированно формировать и комплектовать полный раздел проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики
		<b>Имеет навыки:</b> формирования и комплектации	Обучающийся не имеет навыков формирования и комплектации полного	В целом успешное, но не системное умение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и системное умение

		полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	формировании и комплектации полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	или сопровождающиеся отдельными ошибками умение навыков формирования и комплектации полного раздела проектной и рабочей документации по технологическим решениям объектов теплоэнергетики	навыков формирования и и комплектации и полного раздела проектной и рабочей документации и по технологическим решениям объектов теплоэнергетики
	<b>ПК-4.2</b> Анализ эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	<b>Знает:</b> методы анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	Обучающийся не знает методы анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	Обучающийся имеет знания только об основных методах анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	Обучающийся твердо знает материал о методах анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	Обучающийся знает новые методы анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики
		<b>Умеет:</b> анализировать эффективность работы проектной	Не умеет анализировать эффективность работы проектной группы по проектированию	В целом успешное, но не системное умение анализировать эффективность	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение	Умеет квалифицированно анализировать



		группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	технологических решений объектов теплоэнергетики	работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	анализировать эффективность работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	ь эффективность работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики
		<b>Имеет навыки:</b> анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	Обучающийся не имеет навыков анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	В целом успешное, но не системное владение навыками анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками владение навыками анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики	Успешное и системное владение навыками анализа эффективности работы проектной группы по проектированию технологических решений объектов теплоэнергетики

### 1.2.3. Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5» (отлично)	зачтено
продвинутый	«4» (хорошо)	зачтено
пороговый	«3» (удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2» (неудовлетворительно)	не зачтено

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:**

**2.1. Экзамен**

*а) типовые вопросы к экзамену (Приложение 1)*

*б) критерии оценивания*

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№п /п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:**

**2.2 Контрольная работа.**

*а) типовой комплект заданий для контрольной работы (Приложение 2)*

*б) критерии оценивания*

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.
2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.
3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и города издания, тома, части, параграфа, страницы).
4. Наличие в конце работы полного списка литературы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал,
4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

### 2.3 Тест.

- а) *типовой комплект заданий для входного тестирования (Приложение 3)*  
*типовой комплект заданий для итогового тестирования (Приложение 4)*
- б) *критерии оценивания*

При оценке знаний оценивания тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировок основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№п /п	Оценка	Критерии оценки
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Отлично	если выполнены следующие условия:

		- даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.
2	Хорошо	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.
3	Удовлетворительно	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты.
4	Неудовлетворительно	если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Незачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

## 2.4 Защита лабораторной работы

- а) *типовой комплект заданий для защиты лабораторных работ (Приложение 6)*  
б) *критерии оценивания*

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированное компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования /измерения, правильно оценивает результат.
2	Хорошо	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов

3	Удовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
4	Неудовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования /измерения, а также оценить результат

### 3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине регламентируется локальным нормативным актом.

#### Перечень и характеристика процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок	Форма учета
1	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, портфолио
2	Контрольная работа	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале и зачтено/незачтено	Журнал успеваемости преподавателя
3	Тестирование	Входное тестирование в начале изучения дисциплины. Итоговое тестирование раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале и зачтено/незачтено	Лист результатов из кабинета тестирования, журнал успеваемости преподавателя
4	Защита лабораторной работы	Систематически на занятиях	По пятибалльной шкале	Журнал успеваемости преподавателя

**Типовые вопросы к экзамену**

**ПК-2.1 (знать)**

1. Технические характеристики теплообменных аппаратов
2. Классификация теплообменных аппаратов по функциональным признакам.
3. Классификация теплообменных аппаратов по конструктивным признакам.
4. Кожухотрубные теплообменные аппараты
5. Устройство кожухотрубных теплообменных аппаратов
6. Скорость теплоносителя в межтрубном пространстве и вибрация труб
7. Защита теплообменных аппаратов от электрохимической коррозии.

**ПК-2.1 (уметь)**

8. Защита теплообменных аппаратов от коррозионной эрозии.
9. Секционные теплообменные аппараты и аппараты «труба в трубе»
10. Змеевиковые теплообменные аппараты
11. Трубчатые теплообменные аппараты для охлаждения воздуха и охлаждаемые воздухом.
12. Пластинчатые теплообменники
13. Конфигурации пластинчато-ребристых поверхностей
14. Регенеративные теплообменные аппараты

**ПК-2.1 (иметь навыки)**

15. Теплообменники из полимерных материалов
16. Интенсификация теплообмена в трубчатых теплообменниках
17. Теплоносители
18. Тепловой и гидромеханический расчет теплообменных аппаратов
19. Основные положения и расчетные соотношения теплового расчета теплообменного аппарата
20. Общие рекомендации по выполнению расчетов.
21. Виды расчетов теплообменного аппарата.

**ПК-4.1, ПК – 4.2 (знать)**

22. Расчетные модели теплообменного аппарата
23. Уравнения теплового баланса и теплопередачи
24. Коэффициент теплопередачи
25. Средний температурный напор.
26. Тепловая эффективность
27. Определяющие (средние) температуры теплоносителей
28. Температуры поверхностей теплопередающей стенки

**ПК-4.1, ПК – 4.2 (уметь)**

29. Гидромеханический расчет ТА
30. Конструктивные и режимные характеристики кожухотрубных ТА
31. Компоновка труб в трубном пучке
32. Геометрические характеристики трубных пучков
33. Направление движения теплоносителей.
34. Скорость теплоносителей в трубах и межтрубном пространстве
35. Основные показатели надежности теплообменных аппаратов.

**ПК-4.1, ПК – 4.2 (иметь навыки)**

36. Основные комплексные показатели надежности
37. Коэффициент готовности Кг.
38. Коэффициент оперативной готовности.
39. Коэффициент технического использования
40. Показатели эффективности теплообменных аппаратов
41. Эксплуатационные показатели эффективности работы аппаратов
42. Жизненный цикл теплообменного аппарата

**Типовые задания к контрольной работе**  
**Задание на контрольную работу**

Определить поверхность теплообмена секционного теплообменника типа «труба в трубе», схема которого показана на рис.1. Теплообменник предназначен для нагревания жидкости (газа) объемным расходом  $V_2 \left( \frac{м^3}{час} \right)$  от температуры  $t_2'$  до  $t_2''$ . Подогрев жидкости (газа) осуществляется за счет конденсации сухого насыщенного водяного пара, подаваемого в межтрубное пространство.

В задание так же входит:

- определение давления и массового расхода греющего пара  $G_1$  ( $кг/час$ );
- определение коэффициента полезного действия теплообменника;
- расчет гидравлического сопротивления теплообменника и затраты энергии на проталкивание холодного теплоносителя.

При расчете курсовой работы следует учесть, что температура внешней поверхности теплообменника не должна превышать максимальную, которая определяется допустимым уровнем термического воздействия на обслуживающий персонал. Последнее условие диктует необходимость решения вопроса о необходимости устройства изоляции на внешнем контуре теплообменника на базе соответствующего расчета.

**1. Рекомендации к выполнению курсовой работы**

Выбор варианта задания

По предпоследней цифре шифра зачетки из табл. 1 выбираются температуры входа нагреваемого теплоносителя-  $t_2'$  и выхода  $t_2''$ .

Таблица 2-1. (по предпоследней цифре шифра).

Предп. цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_2'$	5	5	5	10	10	15	15	15	20	20
$t_2''$	75	85	95	80	90	75	85	95	80	90

По последней цифре шифра из таблицы 2-2 выбирается нагреваемая жидкость (газ) и ее расход в количестве ( $V_2 м^3/час$ ).

Таблица 2. (по последней цифре шифра).

Последняя цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вид нагреваемой жидкости	масло	вода	возд.	масло	вода	возд.	масло	вода	возд.	масло
Расход $V_2$ ( $м^3/час$ )	1,0	4,0	40	0,8	3,0	30	0,6	2,0	20	0,4

При конструировании теплообменника принять:

- длину одной секции внутренней трубы не более 4м;
- скорости движения нагреваемой жидкости (газа):
- вода: в диапазоне 0,5-1 м/с;
- воздух: 10-20 м/с;
- масло: 0,1-0,2 м/с;

Выбор диаметра внешней и внутренней труб теплообменника следует принять согласно ГОСТ 8734-75, а именно:



15×2,0; 20×2,0; 25×2,0; 32×2,5; 45×2,5; 50×2,5; 57×3,0; 63×3,0; 68×3,0; 76×3,5; 83×3,5; 89×4,0; 95×4,0; 100×4,0; 102×4,0; 108×4,0; 110×4,0; 120×4,0; 130×4,5; 140×4,5; 150×4,5; 160×4,5; 170×4,5; 180×5,0.

Разность температур между горячим и холодным теплоносителями на выходе рекомендуется принять в диапазоне температур 25-30°С. Все теплофизические параметры сведены в приложении (П).

Вопросы к контрольной работе

**ПК-2.1 (знать)**

1. Система планово-предупредительных ремонтов
2. Вопросы проектирования, изготовления, монтажа и пуска в эксплуатацию теплообменных аппаратов
3. Основы проектирования теплообменных аппаратов

**ПК-2.1 (уметь)**

4. Общие требования к проектированию
5. Стадии проектирования
6. Разработка технического предложения

**ПК-2.1 (иметь навыки)**

7. Эскизное проектирование
8. Выполнение технического проекта.
9. Разработка рабочей, эксплуатационной и товарно-сопроводительной документации

**ПК-4.1, ПК – 4.2 (знать)**

10. Общие рекомендации по конструированию аппаратов.
11. Материалы, применяемые при изготовлении аппаратов
12. Техническое обслуживание и ремонт теплообменных аппаратов

**ПК-4.1, ПК – 4.2 (уметь)**

13. Повреждаемость теплообменных аппаратов.
14. Механические процессы, связанные с эрозией:
15. Механические процессы, связанные с вибрацией:

**ПК-4.1, ПК – 4.2 (иметь навыки)**

16. Термические процессы в ТА
17. Отказы теплообменного оборудования
18. Изготовление теплообменных аппаратов
19. Изготовление и сборка трубной системы аппаратов
20. Приемка теплообменного аппарата
21. Сдача теплообменного аппарата в эксплуатацию

**Тест (входное тестирование)**

1. Удельные характеристики влажного воздуха, определяемые по I – x диаграмме, отнесены:
  - а) к 1 кг влажного воздуха
  - к 1 м<sup>3</sup> влажного воздуха
  - к 1 кг сухого воздуха
  - к 1 м<sup>3</sup> сухого воздуха
2. В теплообменных аппаратах с какими теплоносителями наиболее целесообразно применять двустороннее оребрение?
  - водо-воздушных
  - вода-жидкость
  - воздух-газ
  - газ-жидкость
3. В кожухотрубном теплообменнике более загрязненный теплоноситель подается:
  - в межтрубное пространство
  - в трубное пространство
  - в трубное или межтрубное пространство в зависимости от отношения температур теплоносителей
4. Для какого теплоносителя скорость внутри теплообменного аппарата 30-50 м/с является оптимальной?
  - вода
  - насыщенный водяной пар
  - газы
  - перегретый водяной пар
5. Внутренние перегородки в кожухотрубном теплообменном аппарате устанавливаются для:
  - увеличения коэффициента теплопередачи
  - укрепления корпуса
  - создания местных гидравлических сопротивлений
  - исключения провисания трубок
6. В какой период наблюдается максимальная скорость сушки?
  - начальный период
  - период постоянной скорости сушки
  - конечный период
7. Какому веществу соответствует  $\lambda = 40-50$  Вт/(м•К)?
  - медь
  - сталь
  - накипь
  - воздух
  - алюминий
8. Размерность абсолютной влажности воздуха:
  - кг (влаги)/кг (сухого воздуха)
  - кг (влаги)/кг (влажного воздуха)
  - кг (влаги)/м<sup>3</sup> (сухого воздуха)
  - кг (влаги)/м<sup>3</sup> (влажного воздуха)
9. В теплообменных аппаратах с какими теплоносителями наиболее целесообразно применять трубки с односторонним оребрением?
  - водо-воздушных
  - вода-жидкость

- воздух-газ
10. Термическое сопротивление теплопередачи равно:
- сумме термических сопротивлений теплоотдачи с двух сторон стенки и теплопроводности через стенку
  - разности термических сопротивлений теплоотдачи с двух сторон стенки и теплопроводности через стенку
  - произведению термических сопротивлений теплоотдачи с двух сторон стенки и теплопроводности через стенку
11. Может ли оребрение привести к снижению теплоотдачи с поверхности?
- Нет, никогда
  - Да, при определенном соотношении геометрических и теплофизических параметров оребрения, когда ребра обладают повышенным термическим сопротивлением
  - Да, если ребра на поверхности ориентированы перпендикулярно набегающему потоку
12. Тепловая эффективность оребрения определяется как:
- отношение действительного теплосъема с поверхности ребра с учетом его термического сопротивления к теплосъему с поверхности бесконечно теплопроводного ребра
  - отношение длины ребра к его толщине
  - отношение площади поверхности оребрения к площади неоребренной поверхности
13. Чему равно термическое сопротивление теплопередачи?
- максимальному термическому сопротивлению тепловой цепи «греющий теплоноситель – нагреваемый теплоноситель»
  - минимальному термическому сопротивлению тепловой цепи «греющий теплоноситель – нагреваемый теплоноситель»
  - сумме термических сопротивлений всех участков тепловой цепи
14. Противоток в рекуператоре не имеет преимуществ перед прямотоком в случае, если:
- температура одного из теплоносителей постоянна или изменяется незначительно
  - один из теплоносителей - газ
  - отношение водяных эквивалентов теплоносителей  $W1/W2 = 1$
  - оба теплоносителя - жидкости
  - Дайте правильное определение рекуператорам.
15. Рекуператоры – это теплообменные аппараты, в которых передача теплоты осуществляется при попеременном омывании одной и той же поверхности горячим и холодным теплоносителями.
- Рекуператоры – это теплообменные аппараты, в которых теплообмен между теплоносителями происходит через разделяющую их поверхность.
  - Рекуператоры – это теплообменные аппараты, в которых передача теплоты осуществляется при непосредственном контакте теплоносителей.

**Тест (итоговое тестирование)**

**ПК-2.1 (Иметь навыки)**

16. Какая схема организации движения теплоносителей является наиболее эффективной?

- прямоток
- противоток
- перекрестный ток
- смешанный ток
- многократный перекрестный ток
- сложные схемы движения теплоносителей

17. Как рассчитывается площадь поверхности в теплообменном аппарате?

по уравнению теплового баланса

- по уравнению теплоотдачи
- по уравнению теплопередачи
- по закону Фурье
- по закону Фика
- по уравнению Навье-Стокса

18. К какому типу аппаратов относится пластинчатый теплообменник?

- поверхностный
- контактный
- регенеративный
- смешительный

19. Что относят к активным методам интенсификации теплоотдачи?

- присадки для жидкостей
- присадки для газов
- вибрация поверхности
- обработка поверхностей
- устройства для закрутки потока

20. Что относят к пассивным методам интенсификации теплоотдачи?

создание шероховатых поверхностей

- вибрация поверхности
- пульсация потока
- инъекция
- наложение электростатических полей

21. Выберите теплоноситель, для которого оптимальная скорость движения составляет не более 1 м/с:

- Разреженный пар ( $p < 1 \text{ атм}$ )
- перегретый водяной пар
- насыщенный водяной пар
- запыленные газы
- чистые газы
- вода
- вязкие жидкости с вязкостью большей чем у воды (масла, мазуты)

**ПК-4.1, ПК – 4.2 (Знать)**

22. Сколько составляет коэффициент полезного действия кожухотрубчатого теплообменного аппарата?

- $0,94 \div 0,98$
- $0,5 \div 0,8$
- $0,8 \div 0,9$
- $0,4 \div 0,5$

23. Процесс передачи тепла от одних материальных тел к другим в общем случае называется:

- 1) тепловым излучением;
- 2) теплоотдачей;
- 3) теплопроводностью;
- 4) теплопередачей.

24. Если температура во всех точках пространства не изменяется с течением времени, то температурное поле называется:

- 1) однородное;
- 2) равновесное;
- 3) стационарное;
- 4) объемное.

25. В металлах передача теплоты осуществляется за счет:

- 1) колебаний молекулярной решетки;
- 2) колебаний молекул в межмолекулярном пространстве;
- 3) свободных электронов;
- 4) свободных атомов.

26. В жидкостях передача теплоты осуществляется за счет:

- 1) колебаний молекулярной решетки;
- 2) колебаний молекул в межмолекулярном пространстве;
- 3) столкновение молекул;
- 4) соприкосновения свободных молекул.

27. Величина равная количеству теплоты, проходящей через стенку площадью  $1\text{ м}^2$  за время  $1\text{ с}$  называется:

- 1) термическим сопротивлением стенки;
- 2) коэффициентом теплопередачи;
- 3) плотностью теплового потока;
- 4) мощностью теплового потока.

28. Количество теплоты, отдаваемое или принимаемое поверхностью стенки площадью  $F$  за время  $t=1\text{ с}$  называется:

- 1) плотностью теплового потока;
- 2) тепловым потоком;
- 3) термическим сопротивлением;
- 4) коэффициентом теплопередачи.

29. Количество теплоты, отдаваемое или принимаемое поверхностью стенки площадью  $F$  за время  $t$  называется:

- 1) плотностью теплового потока;
- 2) тепловым потоком;
- 3) количеством теплоты, прошедшим через стенку;
- 4) термическим сопротивлением стенки

#### **ПК-4.1, ПК – 4.2 (Уметь)**

30. Теплопроводностью называют процесс:

- 1) передачи теплоты в газовых средах;
- 2) передачи теплоты в стационарных температурных полях;
- 3) молекулярного переноса теплоты в сплошной среде, обусловленный наличием градиента температуры;
- 4) переноса теплоты в вакууме.

31. Единицей измерения теплопроводности материалов является:

$$1) \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

$$2) \frac{Вт}{м^2 \cdot К^4};$$

$$3) \frac{Вт}{м \cdot К};$$

$$4) \frac{Вт}{м^2}.$$

32. Плотность теплового потока при передаче теплоты теплопроводностью определяется из выражения:

$$1) q = \alpha \cdot (t_1 - t_2);$$

$$2) q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2);$$

$$3) q = c \cdot \left( \frac{T}{100} \right)^4;$$

$$4) Q = c \cdot m \cdot (t_1 - t_2).$$

33. Количество теплоты, переданное через плоскую однослойную стенку теплопроводностью, определяется из выражения:

$$1) Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau; \quad 2) Q = (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau;$$

$$3) Q = \alpha \cdot (t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau; \quad 4) Q = C \cdot \left( \frac{T}{100} \right)^4 \cdot F \cdot \tau.$$

34. Конвективным теплообменом называют процесс переноса теплоты:

- 1) обусловленный наличием градиента температуры;
- 2) в стационарных полях;
- 3) в вакууме;
- 4) осуществляемый подвижными объемами (макроскопическими элементами среды).

35. Интенсивность конвективного теплообмена оценивается:

- 1) коэффициентом теплопередачи;
- 2) коэффициентом поглощения;
- 3) коэффициентом интенсивности теплообмена;
- 4) коэффициентом теплоотдачи.

36. Критерий Нуссельта характеризует:

- 1) физические свойства подвижной среды;
- 2) интенсивность теплоотдачи;
- 3) режим вынужденного движения;
- 4) подъемную силу при естественной конвекции.

#### **ПК-4.1, ПК – 4.2 (Иметь навыки)**

37. Теплообменные аппараты, служащие для передачи теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку, называются:

- 1) Смесительные;
- 2) Перекрёстные;
- 3) Регенеративные;
- 4) Рекуперативные.

38. Уравнение для расчета рекуперативных теплообменных аппаратов имеет вид:

$$1) \Phi = k \cdot \Delta t_{cp} \cdot F; \quad 2) \Phi = C_0 \cdot \varepsilon \cdot \left( \frac{T}{100} \right)^4 \cdot F;$$

$$3) \Phi = \frac{(t_1 - t_2)}{R_{общ}} \cdot F; \quad 4) q = k \cdot \Delta t.$$

39. При конструктивном расчете теплообменных аппаратов поверхность теплообмена определяется из уравнения:

$$1) F = \frac{\Phi}{k_{пол} \cdot \Delta t_{cp}}; \quad 2) F = \frac{Q \cdot R_{пол}}{\Delta t_{cp} \cdot \tau};$$

$$3) F = \frac{Q}{k_{пол} \cdot (t_1 - t_2) \cdot \tau}; \quad 4) F = \frac{\Phi}{\alpha \cdot (t_{СТ} - t_{Ж})}.$$

40. Что должны иметь в верхних точках все трубопроводы и теплообменные аппараты?

- А) Дренажные устройства.
- Б) Датчики давления.
- В) Воздухосбросные устройства.
- Г) Датчики температуры.
- Д) Сигнализирующие устройства.

41. Закон Стефана Больцмана при лучистом теплообмене представлен выражением:

$$1) I = \frac{dE}{d\lambda}; \quad 2) E_{ПАД} = E_A + E_R + E_D;$$

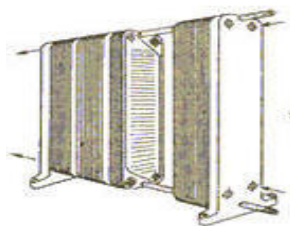
$$3) E = \varepsilon \cdot c_0 \cdot \left( \frac{T}{100} \right)^4; \quad 4) E_{ЭФ} = E + R + E_{ПАД}.$$

41. Данный теплообменник называется:



- А) секционный
- Б) труба в трубе
- В) пластинчатый
- Г) кожухотрубный

42. Данный теплообменник называется:



- А) кожухотрубный
- Б) пластинчатый
- В) труба в трубе
- Г) секционный

43. Данный теплообменник называется:



- А) труба в трубе
- Б) пластинчатый
- В) оросительный
- Г) секционный

44. Трубки кожухотрубного теплообменника к трубной решетке нельзя крепить:

- А) лужением
- Б) сваркой
- В) пайкой
- Г) развальцовкой

45. Пробное давление при гидравлическом испытании теплообменника составляет от рабочего:

- А) 1,5
- Б) 0,75
- В) 1
- Г) 1,25

46. Негодные трубки кожухотрубного теплообменника можно отглушать от общего числа трубок на:

- А) 25%
- Б) 5%
- В) 15%
- Г) 75%

47. Теплообменниками открытого типа считаются теплообменники:

- А) с U-образными трубками
- Б) оросительные
- В) секционные
- Г) труба в трубе

48. Теория подобия применяется для описания процесса:

- 1) теплопроводности
- 2) теплопередачи
- 3) теплоотдачи
- 4) теплоотвода

49. Коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ :

- 1) рассчитывается из критериального уравнения Рейнольдса
- 2) рассчитывается из критериального уравнения Прандтля
- 3) рассчитывается из критериального уравнения Нуссельта
- 4) рассчитывается из критериального уравнения Грасгофа

50. О режиме течения жидкости в трубах судят по:

- 1) критерию Рейнольдса
- 2) критерию Прандтля
- 3) критерию Нуссельта
- 4) критерию Грасгофа

51. Режим движения жидкости в системе охлаждения:

- 1) ламинарный



- 2) турбированный
  - 3) турбулентный
  - 4) ламинированный
52. Течение жидкости в трубах:
- 1) не может переходящим
  - 2) не может быть турбулентным
  - 3) не может быть переходным
  - 4) может быть переходным
53. Для реализации процесса теплообмена:
- 1) используют шахматное и распределенное расположение труб
  - 2) используют шахтное и распределенное расположение труб
  - 3) используют шахматное и коридорное расположение труб
  - 4) используют шахматное и коридорное расположение труб
54. Опытным путем установлено, что:
- 1) значение коэффициента теплопроводности второго и третьего ряда труб выше, чем первого
  - 2) значение коэффициента теплопередачи второго и третьего ряда труб выше, чем первого
  - 3) значение коэффициента теплоотдачи второго и третьего ряда труб выше, чем первого
  - 4) значение коэффициента температуры второго и третьего ряда труб выше, чем первого
55. Начиная с (со):
- 1) первого ряда труб коэффициент теплоотдачи становится постоянным
  - 2) второго ряда труб коэффициент теплопередачи становится постоянным
  - 3) четвертого ряда труб коэффициент теплопроводности становится постоянным
  - 4) третьего ряда труб коэффициент теплоотдачи становится постоянным
56. Тела, поглощающая способность которых не зависит от длины волны:
- 1) называются абсолютно черными телами
  - 2) называются абсолютно серыми телами
  - 3) называются серыми телами
  - 4) называются абсолютно черными газами
57. В законе Стефана-Больцмана лучеиспускательная способность тела E:
- 1) прямо пропорциональна температуре во второй степени
  - 2) прямо пропорциональна температуре в четвертой степени
  - 3) обратно пропорциональна температуре во второй степени
  - 4) прямо пропорциональна температуре в четвертой степени
58. Теплопередача- это:
- 1) процесс переноса теплоты от горячей жидкости к холодной
  - 2) процесс переноса теплоты от горячей жидкости к холодной через разделяющую их стенку
  - 3) процесс переноса теплоты от холодной жидкости к горячей через разделяющую их стенку
  - 4) процесс переноса теплоты от холодной жидкости к горячей
59. В уравнении теплопередачи тепловой поток:
- 1) прямо пропорционален коэффициенту теплопроводности
  - 2) прямо пропорционален разности температур
  - 3) обратно пропорционален коэффициенту теплопроводности
  - 4) обратно пропорционален температурам
60. В уравнении теплопередачи через цилиндрическую стенку тепловой поток:
- 1) прямо пропорционален коэффициенту теплопередачи
  - 2) обратно пропорционален разности температур
  - 3) обратно пропорционален коэффициенту теплопередачи
  - 4) обратно пропорционален температурам
61. Теплообменником называют аппарат, предназначенный:
- 1) для отвода теплоты от теплоносителей
  - 2) для подвода теплоты к теплоносителям

3) для сообщения теплоты одному из теплоносителей в результате его отвода от другого теплоносителя

4) для сообщения теплоты одному из теплоносителей в результате его сообщения к другому теплоносителю

62. Рекуперативным называется теплообменник, у которого:

1) происходит передача теплоты от одного теплоносителя к другому

2) передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их границу раздела

3) передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их твердую стенку

4) передача теплоты от одного теплоносителя к другому осуществляется через разделяющую их жидкость

63. Выберите теплоноситель, для которого оптимальная скорость движения составляет не более 1 м/с:

- Разреженный пар ( $p < 1 \text{ атм}$ )
- перегретый водяной пар
- насыщенный водяной пар
- запыленные газы
- чистые газы
- вода
- вязкие жидкости с вязкостью большей чем у воды

### Тематика лабораторных работ

#### **Иметь навыки (ПК-2.1)**

Лабораторная работа №1. Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции.

Лабораторная работа №2. Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденном течении.

#### **Иметь навыки (ПК-4.1, ПК – 4.2)**

Лабораторная работа №3. Определение коэффициента теплоотдачи при конденсации водяного пара.

Лабораторная работа №4. Определение коэффициента теплоотдачи при изменении агрегатного состояния вещества.

**Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу дисциплины**  
**«Современные теплообменные аппараты»**  
(наименование дисциплины)

**на 2025- 2026 учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология», протокол № 7 от 13 марта 2025 г.

Зав.кафедрой, доцент



Р.А. Арсланова

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. В п.8.1. внесены следующие изменения:

а) Гатапова, Н. Ц. Прочностные расчёты теплообменного оборудования : учебное пособие / Н. Ц. Гатапова, Ю. В. Пахомова, А. Н. Пахомов. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-2434-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123038.html> (дата обращения: 08.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

б) Портнов, В. В. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты : учебное пособие / В. В. Портнов, Д. А. Коновалов, К. Г. Хрипунов. — 2-е изд. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 104 с. — ISBN 978-5-7731-0878-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111480.html> (дата обращения: 08.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Составители изменений и дополнений:  
Доцент, к.т.н.



Ю.А. Аляутдинова

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника»  
направленность (профиль) «Энергетика теплотехнологий»

доцент, к.с-х.н.



Р.А. Арсланова

« 13 » марта 2025 г.