

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.05**

(индекс дисциплины)

**Тепломассообменное оборудование в теплотехнологиях**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологий

Уровень образования: Бакалавриат

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение*	Заочное обучение*
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>180</b>		
	Аудиторные занятия	<b>108</b>		
	Лекции	36		
	Лабораторные занятия	36		
	Практические занятия	36		
	Самостоятельная работа	36		
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	5		
	Зачет			
	Контрольная работа			
	Курсовая работа	5		
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>5</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная					<b>5</b>					
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебных планов № b130301-3\_20

Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики

Заведующий кафедрой: Сморозин С.Н.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики

Заведующий кафедрой: Сморозин С.Н.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
 Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области расчета и проектирования тепломассообменного оборудования

## 1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть различные типы теплообменного оборудования
- Раскрыть принципы конструктивного и поверочного расчетов тепломассообменного оборудования
- Научиться выполнять расчеты различных типов теплообменного оборудования

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.	1

### Планируемые результаты обучения

Знать:

- 1) методики расчёта;
- 2) основные расчётные зависимости;
- 3) преимущества и недостатки различных типов поверхностей нагрева.

Уметь:

- 1) проводить конструктивные расчёты по типовым методикам;
- 2) составлять технические задания на проектирование;
- 3) выполнять поверочные расчёты;
- 4) выполнять расчёты на прочность.

Владеть:

- 1) компьютерными средствами проектирования;
- 2) стандартными методиками проектирования;
- 3) навыками анализа эффективности оборудования.

## 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

-Компьютерная графика (ПК-2)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Процессы теплообмена в теплообменном оборудовании</b>			
Тема 1. Классификации теплообменных аппаратов. Теплоносители и их свойства. Расчётные уравнения теплообмена. Критерии подобия.	6		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 2. Законы теплообмена (теплопроводность, конвекция, излучение). Сложный вид теплообмена – теплопередача.	6		
Тема 3. Способы повышения энергетической эффективности теплообменного оборудования и интенсификации теплообмена.	4		
Тема 4. Этапы конструктивного расчёта теплообменного оборудования.	4		
<b>Текущий контроль 1 (тестирование)</b>	1		
<b>Учебный модуль 2. Паро – и газожидкостные теплообменные аппараты.</b>			
Тема 5. Классификация. Конструкции. Конструкционные материалы.	4		
Тема 6. Трубчатые теплообменники. Спиральные теплообменники. Пластинчатые теплообменники.	14		
Тема 7. Тепловой, конструктивный и гидравлический (аэродинамический) расчёты теплообменника.	16		
Тема 8. Расчёт на прочность. Поверочный расчёт.	8		
<b>Текущий контроль 2 (тестирование)</b>	1		
<b>Учебный модуль 3. Жидкостно-жидкостные теплообменные аппараты.</b>			
Тема 9. Классификация. Конструкции. Конструкционные материалы. Особенности сборки. Сферы применения.	4		
Тема 10. Трубчатые, спиральные, пластинчатые поверхности нагрева. Наиболее распространённые теплоносители. Тепловой, конструктивный и гидравлический расчёты.	20		
Тема 11. Расчёты на прочность. Проблемы эксплуатации.	7		
<b>Текущий контроль 3 (тестирование)</b>	1		
<b>Учебный модуль 4. Газо-газовые и смесительные теплообменные аппараты.</b>			
Тема 12. Классификация. Конструкции. Конструкционные материалы. Трубчатые и пластинчатые поверхности нагрева Сферы применения. Способы изготовления. Свойства теплоносителей. Тепловой, конструктивный и гидравлический расчёты. Расчёты на прочность. Особенности расчёта. Способы повышения тепловой эффективности.	25		
Тема 13. Регенеративные и рекуперативные конструкции (преимущества и недостатки). Проблемы эксплуатации.	3		
Тема 14. Теплообмен при фазовом переходе. Смесительные теплообменные аппараты. Особенности теплообмена, расчётов, эксплуатации. Сферы применения.	7		
<b>Текущий контроль 4 (тестирование)</b>	1		
<b>Курсовая работа</b>	<b>12</b>		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	<b>36</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>180</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	5	4				
2	5	4				
3	5	2				
4	5	2				
5	5	2				
6	5	2				
7	5	2				
8	5	2				
9	5	4				
10	5	2				
11	5	4				
12	5	2				
13	5	2				

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
14	5	2				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>36</b>				

### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
7	Расчёт парожидкостных аппаратов.	5	6				
7	Расчёт газо-жидкостных аппаратов.	5	6				
10	Расчёт водо-водяных аппаратов.	5	6				
12	Расчёт теплоуловителей.	5	6				
14	Расчёт смесительных аппаратов.	5	4				
8	Поверочные расчёты аппаратов.	5	4				
11	Расчёт на прочность теплообменников.	5	4				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>36</b>					

### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
12	Исследование тепловой эффективности газо-газового пластинчатого теплообменного аппарата (противоток).	5	8				
12	Исследование тепловой эффективности газо-газового пластинчатого теплообменного аппарата (прямоток).	5	8				
10	Исследование тепловой эффективности водо-водяного теплообменника типа "труба в трубе".	5	10				
6	Исследование тепловой эффективности газо-жидкостного теплообменника из оребренных труб.	5	10				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>36</b>					

## 4. КУРСОВАЯ РАБОТА

### 4.1. Цели и задачи курсовой работы

Выполнение конструктивного расчета теплообменного оборудования.

- тепловой расчет.
- конструктивный расчет.
- гидравлический расчет.
- аэродинамический расчет
- расчет на прочность.

### 4.2. Тематика курсовой работы

Конструктивный расчет теплообменного аппарата

**Вариант типовых заданий по курсовой работе, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Формулировки тем курсового проекта	
1	Выполнить тепловой, конструктивный, гидравлический расчеты и расчет на прочность парожидкостного аппарата с прямыми трубками. <b>Исходные данные для расчета:</b> Давление греющего пара $P_n$ , бар. 16 Расход воды $G_v$ , кг/час. 130000 Температура воды на входе $t_{в^{вх}}$ , °C. 70 Температура воды на выходе $t_{в^{вых}}$ , °C. 130 Материал трубок латунь Диаметры трубок $d_n/d_{вн}$ 19/17	

#### 4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется обучающимися индивидуально, с использованием методик конструктивного расчёта теплообменного оборудования, справочной литературы и материалов лекций

Результаты представляются в виде отчёта, объемом 10-15 листов печатного текста, содержащего следующие обязательные элементы:

- эскиз расчётной схемы,
- расчёты,
- график определения температуры в камере сгорания.

### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3,4	Тестирование	5	4				

### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	5	12				
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	5	12				
Выполнение курсовой работы	5	12				
Подготовка к экзаменам	5	36				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>72</b>				

### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Практические и семинарские занятия	Дискуссия, работа в группах	35		
<b>ВСЕГО:</b>		<b>35</b>		

#### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Епифанов В.С. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс]: методические рекомендации/ Епифанов В.С., Степанов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2013.— 41 с,  
Режим доступа - IPRbooks -<http://www.iprbookshop.ru/46860>

#### б) дополнительная учебная литература

1. Тепломассообменное оборудование ТЭС и АЭС: учебное пособие/ В.А. Суслов, В.Н. Белоусов, С.В. Антуфьев, Е.Н. Громова, А.Н. Кузнецов, В.А. Кучмин, С.Н. Смородин. – СПб.: СПбГТУРП, 2015. – 83 с: ил. 6,

Режим доступа - Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ <http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/12.pdf>

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

1. Бойков Л.М. Повышение эффективности сушки путем модернизации пароконденсатных систем бумагоделательных, картоноделательных машин и гофроагрегатов – СПб: СПбГТУРП, 2015.
2. Бойков Л.М. Повышение эффективности сушки путем модернизации пароконденсатных систем бумагоделательных, картоноделательных машин и гофроагрегатов – СПб: СПбГТУРП, 2014.
3. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Часть I. Топливо – СПб: СПбГТУРП, 2013. 85 с.
4. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Часть II. Теория горения – СПб: СПбГТУРП, 2013. 141 с.
5. Мовсесян В.Л., Мурзич А.Ф., Иванов А.Н. Профильно-пластинчатые теплообменники - СПб: СПбГТУРП, 2002

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.iprbookshop.ru/> IPRbooks
2. <http://nizrp.narod.ru> Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. AutoDesk AutoCad 2015

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом, видеопроектор с экраном
2. Учебная лаборатория Тепломассообменного оборудования, 3 лабораторных установки
3. Компьютерный класс
4. Лаборатория теплоснабжения

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации, демонстрационные плакаты, образцы оборудования, образцы поверхностей нагрева, модели.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
---	---------------------------------------

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проработка рабочей программы в соответствии с целями, задачами, структурой и содержанием дисциплины;</li> <li>• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</li> </ul> <p>Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Практические занятия	<p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся овладевают навыками проведения теплотехнических расчётов, навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• работа с конспектом лекций;</li> <li>• подготовка ответов к контрольным вопросам, тестовым заданиям.</li> </ul>
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др.</p> <p>В результате проведения лабораторных занятий обучающийся должен освоить методику исследования тепловых и аэродинамических характеристик теплообменных аппаратов.</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов.</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению курсовой работы.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя, подготовить курсовую работу.</p>

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-2 (1)	<p>Демонстрирует знания методик расчётов; основных расчётные зависимости; преимуществ и недостатков различных типов поверхностей нагрева.</p> <p>Способен проводить конструктивные расчёты по типовым методикам; составлять технические задания на проектирование; выполнять поверочные расчёты; выполнять расчёты на прочность.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования, практические задания, курсовая работа</p>	<p>Перечень вопросов экзамена(42 вопроса); практические задания(20 задач); тематика курсовых работ (10 тем)</p>



Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	Использует компьютерные средства проектирования; стандартные методики проектирования; навыки анализа эффективности оборудования.		

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций		
	Устное собеседование	Практическое задание	Курсовая работа
отлично	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных физических законов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	Критическое и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям.
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных физических законов, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью	Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками. При этом нарушены правила

	физические законы, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.	оформления или сроки представления работы.
неудовлетворительно	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать формулы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.

## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов для экзамена, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов для экзамена	№ темы
1	Классификация теплообменных аппаратов.	1
2	Теплоносители и их физические свойства.	1
3	Выбор скоростей теплоносителей.	3
4	Основы теплового расчета.	4
5	Основы конструктивного расчета	4
6	Основы гидравлического расчета.	4
7	Методы оценки эффективности поверхностей нагрева.	2
8	Способы повышения тепловой эффективности теплообменных аппаратов.	2
9	Назначение, конструкция и тепловой расчет парожидкостного аппарата жёсткой конструкции.	5,6,7
10	Назначение, конструкция и конструктивный расчет парожидкостного аппарата жёсткой конструкции.	5,6,7

11	Назначение, конструкция и гидравлический расчет парожидкостного аппарата жёсткой конструкции.	5,6,7
12	Назначение, конструкция и тепловой расчет парожидкостного подогревателя сетевой воды.	5,6,7
13	Назначение, конструкция и конструктивный расчет парожидкостного подогревателя сетевой воды.	5,6,7
14	Назначение, конструкция и гидравлический расчет парожидкостного подогревателя сетевой воды.	5,6,7
15	Назначение, конструкция и тепловой расчет парожидкостного подогревателя с 'U' - образными трубками.	5,6,7
16	Назначение, конструкция и конструктивный расчет парожидкостного подогревателя с 'U' - образными трубками.	5,6,7
17	Назначение, конструкция и гидравлический расчет парожидкостного подогревателя с 'U' - образными трубками.	5,6,7
18	Назначение, конструкция и тепловой расчет парожидкостного подогревателя высокого давления со спиральными трубками.	5,6,7
19	Назначение, конструкция и конструктивный расчет парожидкостного подогревателя высокого давления со спиральными трубками.	5,6,7
20	Назначение, конструкция и гидравлический расчет парожидкостного подогревателя высокого давления со спиральными трубками.	5,6,7
21	Поверочный расчет парожидкостного теплообменного аппарата.	9,10
22	Назначение, конструкция и тепловой расчет маслоохладителя.	9,10
23	Назначение, конструкция и конструктивный расчет маслоохладителя.	9,10
24	Назначение, конструкция и гидравлический расчет маслоохладителя.	9,10
25	Назначение, конструкция и тепловой расчет водоводяного секционного подогревателя.	9,10
26	Назначение, конструкция и конструктивный расчет водоводяного секционного подогревателя.	9,10
27	Назначение, конструкция и гидравлический расчет водоводяного секционного подогревателя.	9,10
28	Назначение, конструкция и тепловой расчет водоводяного подогревателя типа «труба в трубе».	9,10
29	Назначение, конструкция и тепловой расчет жидкостно-жидкостного спирального теплообменника (основные формулы)	9,10
30	Назначение, конструкция и тепловой расчет жидкостно-жидкостного пластинчатого теплообменника (основные формулы).	9,10
31	Поверочный расчет жидкостно-жидкостного теплообменного аппарата.	9,10
32	Назначение, конструкция и тепловой расчет водяного экономайзера из ребристых и гладких труб.	6,7
33	Назначение, конструкция и конструктивный расчет водяного экономайзера из ребристых и гладких труб.	6,7
34	Назначение, конструкция, гидравлический и аэродинамический расчеты водяного экономайзера из гладких труб.	6,7
35	Назначение, конструкция и тепловой расчет калориферов воздухоохладителя.	6,7
36	Назначение, конструкция и тепловой расчет трубчатого котельного воздухоподогревателя.	12
37	Назначение, конструкция и тепловой расчет котельного воздухоподогревателя из профильных листов.	12
38	Назначение, конструкция и тепловой расчет теплоуловителя из профильных листов.	12
39	Назначение и основные конструкции регенеративных теплообменных аппаратов.	13
40	Назначение и основные конструкции смесительных теплообменных аппаратов.	14
41	Проблемы эксплуатации теплообменных аппаратов.	8
42	Расчёт на прочность.	11

### 10.2.2. Вариант типовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	Рассчитать средний температурный напор $\Delta t_{\text{ср}}$	Определяем расход греющего пара по

	<p><b>Исходные данные для расчета:</b>  Давление греющего пара <math>P_n</math>, бар. 11  Расход воды <math>G_v</math>, кг/час. 130000  Температура воды на входе <math>t_{в^{вх}}</math>, °С. 76  Температура воды на выходе <math>t_{в^{вых}}</math>, °С. 150  Материал трубок латунь  Диаметры трубок <math>d_n/d_{вн}</math> 16/14</p>	<p>таблице водяного пара <math>t_n=184^\circ\text{C}</math>  Вычисляем средний температурный напор <math>\Delta t_{ср} = (t_{в^{вых}} - t_{в^{вх}}) / \ln[(t_n - t_{в^{вых}})/(t_n - t_{в^{вх}})] = (150 - 76) / \ln[(184 - 76)/(184 - 150)] = 64^\circ\text{C}</math></p>
2	<p>Рассчитать расход греющего пара <math>D_n</math>  <b>Исходные данные для расчета:</b>  Давление греющего пара <math>P_n</math>, бар. 9  Расход воды <math>G_v</math>, кг/час. 110000  Температура воды на входе <math>t_{в^{вх}}</math>, °С. 72  Температура воды на выходе <math>t_{в^{вых}}</math>, °С. 142  Материал трубок медь  Диаметры трубок <math>d_n/d_{вн}</math> 16/14</p>	<p>Составляем уравнение теплового баланса <math>D_n = (i_n - i_k) \eta = t_v (t_{в^{вых}} - t_{в^{вх}})</math>  По таблицам водяного пара определяем скрытую теплоту парообразования <math>r = i_n - i_k = 2033,13 \text{ кДж/кг}</math>  Вычисляем расход греющего пара <math>D_n = G_v (t_{в^{вых}} - t_{в^{вх}}) / (i_n - i_k) \eta = [110000 * 2648(142 - 72)] / (3600 * 2033,13 * 0,88) = 2,84 \text{ кг/с}</math></p>

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена, защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

**10.3.3. Особенности проведения экзамена и защиты курсовой работы**

Время на подготовку к экзамену 45 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение практической задачи. Для расчетов студенту необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется справочная информация.

Защита курсовой работы является условием допуска к экзамену. Время, отводимое на защиту курсовой работы не должно превышать 15 мин включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.