

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики,  
информационных технологий  
и управляющих систем

К.Т.Н., доц.  Белоусов А.В.

«  » 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Основы конструирования теплотехнического  
оборудования**

Направление подготовки (специальность):

**13.03.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Энергетика теплотехнологии  
Энергообеспечение предприятий**

Квалификация

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Институт: **Энергетики, информационных технологий и управляющих систем**

Кафедра: **Энергетики теплотехнологии**

Белгород 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 143;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составители: старший преподаватель



(А.В. Губарев)

Рабочая программа обсуждена на заседании энергетики  
теплотехнологии

« 12 » \_\_\_\_\_ мая 20 22 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой

Энергетики теплотехнологии

канд. техн. наук, доцент



(Ю.В. Васильченко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 26 » \_\_\_\_\_ мая 20 22 г., протокол № 9

Председатель

канд. техн. наук, доцент



(А.Н.Семернин)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-1 Способен к участию в подготовке проектной документации по отдельным узлам и элементам тепломеханической части	ПК-1.1. Производит расчеты тепломеханического оборудования, его узлов и элементов в соответствии со стандартными методиками и требованиями руководящих документов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> назначение, особенности устройства, конструкции, функционирования, правила и стандарты по проектированию объектов профессиональной деятельности, их узлов и элементов; методики выполнения прочностных, тепловых конструктивных и поверочных расчетов теплотехнических и теплообменных аппаратов; порядок выбора рациональных конструктивных элементов, узлов и аппаратов с учетом минимума расхода материалов, минимальных габаритов и трудозатрат на изготовление, при высоких эксплуатационных показателях оборудования</p> <p><b>Уметь:</b> производить поиск нормативной документации для проектирования объектов профессиональной деятельности, их узлов и элементов, ее анализ и интерпретацию для конкретных заданий; выполнять тепловые конструктивные и поверочные, а также прочностные расчеты теплотехнического оборудования и его элементов; осуществлять подбор конструкций оборудования и материалов, в наибольшей степени отвечающих условиям и целям тепловых процессов и удовлетворяющих требованиям нормативных документов</p> <p><b>Владеть:</b> навыками определения конструкций и материалов оборудования и его элементов, обеспечивающих наиболее безопасные условия работы и наиболее эффективные</p>

			показатели протекания процессов; выполнения тепловых и прочностных расчетов теплотехнического оборудования
		ПК-1.2. Оформляет проектную документацию на тепломеханическое оборудование, его узлы и элементы в соответствии с требованиями правил и стандартов по проектированию объектов профессиональной деятельности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> правила составления и оформления машиностроительной проектно-конструкторской документации</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию</p> <p><b>Владеть:</b> навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии с требованиями нормативных документов</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1** Способен к участию в подготовке проектной документации по отдельным узлам и элементам тепломеханической части

Данная компетенция образовательной программы профиля «Энергетика теплотехнологии» формируется следующими дисциплинами

Стадия	Наименования дисциплины
1	Основы проектной деятельности в теплоэнергетике
2	Основы конструирования теплотехнического оборудования
3	Системы автоматизированного проектирования теплоэнергетического оборудования
4	Котельные установки и парогенераторы
5	Проектирование и эксплуатация высокотемпературных установок
6	Производственная преддипломная практика
7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Данная компетенция образовательной программы профиля «Энергообеспечение предприятий» формируется следующими дисциплинами

Стадия	Наименования дисциплины
1	Основы проектной деятельности в теплоэнергетике
2	Основы конструирования теплотехнического оборудования
3	Системы автоматизированного проектирования теплоэнергетического оборудования
4	Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий
5	Производственная преддипломная практика
6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации

**зачет**

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>53</b>	<b>53</b>
лекции	17	17
лабораторные	0	0
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>91</b>	<b>91</b>
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия)	55	55
Экзамен	–	–

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. Задачи и принципы конструирования</b>					
	Задачи конструирования, экономические основы конструирования теплотехнического оборудования, основные принципы конструирования, методика конструирования, содержание и оформление проектно-конструкторской документации	2	4	0	6
<b>2. Основные виды теплоэнергетического оборудования</b>					
	Классификация промышленного теплотехнического оборудования, классификация теплообменных аппаратов, теплоносители и их свойства, основы теплового расчета теплоэнергетического оборудования	2	8	0	11
<b>3. Конструкционные материалы теплотехнологии и требования, предъявляемые к ним</b>					
	Классификация, основные свойства и использование в конструкциях теплотехнического оборудования конструкционных сталей, чугунов, цветных металлов и их сплавов, неметаллических конструкционных материалов; требования, предъявляемые к конструкционным материалам	2	0	0	3
<b>4. Основы конструирования корпусных деталей теплотехнического оборудования</b>					
	Виды и особенности обечаек теплотехнического оборудования, основы расчета на прочность корпуса и обечаек теплообменных аппаратов; водяные камеры и рубашки теплотехнического оборудования; виды и особенности днищ теплотехнического оборудования, основы расчета на прочность днищ и крышек теплообменных аппаратов; основы расчета корпуса и днищ теплообменных аппаратов на устойчивость; патрубки подвода и отвода теплоносителей	3	8	0	12
<b>5. Опоры теплотехнического оборудования</b>					
	Опоры для вертикальных аппаратов, опоры для горизонтальных аппаратов, расчет опор аппаратов	2	2	0	5
<b>6. Основы конструирования теплообменных поверхностей теплотехнического оборудования</b>					
	Виды и особенности трубных досок и промежуточных перегородок теплотехнического оборудования, основы расчета толщины трубных досок теплообменных аппаратов; трубки и способы их крепления, укрепление	2	4	0	6

	отверстий в сосудах, работающих под давлением				
<b>7. Компенсация температурных удлинений</b>					
	Необходимость компенсации температурных удлинений в теплотехническом оборудовании, расчет термических напряжений, виды и особенности компенсаторов, основы расчета линзовых компенсаторов	2	4	0	6
<b>8. Соединение элементов теплотехнического оборудования</b>					
	Виды соединений теплотехнического оборудования, резьбовые соединения: основные типы резьбы и их конструктивные формы; фланцевые соединения и их элементы: болты (шпильки), цельные фланцы, свободные фланцы, резьбовые фланцы, фланцевые бобышки; основы расчета фланцев; обтюрация: назначение и виды обтюрации, основы расчета прокладочных обтюраций; сварные соединения	2	4	0	6
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>55</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр № 5</b>				
1	Задачи и принципы конструирования	Методика конструирования	2	2
2		Оформление проектно-конструкторской документации	2	2
3	Основные виды теплоэнергетического оборудования	Определение расходов и температур теплоносителей в теплообменном аппарате	2	2
4		Определение скоростей теплоносителей и компоновочный расчет теплообменника	4	4
5		Определение коэффициента теплопередачи и поверхности теплообмена в теплообменном аппарате	2	2
6	Основы конструирования корпусных деталей теплотехнического оборудования	Основы расчета на прочность корпуса и обечаек теплообменных аппаратов	3	3
7		Основы расчета на прочность днищ и крышек теплообменных аппаратов	3	3
8		Основы расчета корпуса и днищ теплообменных аппаратов на устойчивость	2	2
9	Опоры теплотехнического оборудования	Основы расчета опор теплообменных аппаратов	2	2
10	Основы конструирования теплообменных	Основы расчета толщины трубных досок теплообменных аппаратов	2	2
11		Укрепление отверстий в сосудах,	2	2



	поверхностей теплотехнического оборудования	работающих под давлением		
12	Компенсация температурных удлинений	Расчет термических напряжений	2	2
13		Основы расчета линзовых компенсаторов	2	2
14	Соединение элементов теплотехнического оборудования	Основы расчета фланцев	2	2
15		Основы расчета прокладочных обтюраций	2	2
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:				68

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом предусмотрено выполнение *курсовой работы*. Тема курсовой работы: Расчет и конструирование теплообменного аппарата

Цель курсовой работы: изучение студентами методик теплового конструктивного расчета кожухотрубного теплообменника, прочностного расчета его элементов, а также оформления конструкторской документации.

Курсовая работа включает расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (с одной стороны листа). Расчетно-пояснительная записка состоит из следующих разделов:

- сведения о студенте, выполняющем работу: фамилия, инициалы, группа;
- задание на курсовую работу, подписанное студентом и преподавателем;
- введение;
- определение расходов и средних температур теплоносителей;
- определение скоростей и компоновочный расчет теплообменника;
- определение коэффициента теплопередачи и площади поверхности теплообмена;
- расчет номинальной расчетной толщины стенки корпуса теплообменного аппарата;
- расчет толщины трубных досок теплообменного аппарата;
- выводы и заключение.

Графическая часть представляет собой один лист формата А1, на котором изображается разрез теплообменного аппарата или его секции.

*Типовой вариант задания*

#### **Исходные данные**

Произвести конструктивный тепловой и компоновочный расчеты водоводяного кожухотрубного теплообменника. Определить высоты трубных досок, а

также минимально допустимую из соображений прочности толщину стенки корпуса теплообменника.

**В качестве исходных данных принять следующие величины**

1.	Тепловая производительность аппарата	$Q_{\text{пол}}$	кВт	2000
2.	Параметры греющего теплоносителя:			
	– давление	$p_1$	МПа	1,40
	– температура начальная	$t_1^{\text{H}}$	°С	140
	– температура конечная	$t_1^{\text{K}}$	°С	100
	– коэффициент теплоотдачи	$\alpha_1$	кВт/(м <sup>2</sup> ·К)	6,7
3.	Параметры нагреваемого теплоносителя:			
	– давление	$p_2$	МПа	0,40
	– температура начальная	$t_2^{\text{H}}$	°С	15
	– температура конечная	$t_2^{\text{K}}$	°С	75
	– коэффициент теплоотдачи	$\alpha_2$	кВт/(м <sup>2</sup> ·К)	9,0

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Не предусмотрено учебным планом.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

#### 1 Компетенция ПК-1 Способен к участию в подготовке проектной документации по отдельным узлам и элементам тепломеханической части

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Производит расчеты тепломеханического оборудования, его узлов и элементов в соответствии со стандартными методиками и требованиями руководящих документов	Зачет, выполнение и защита курсовой работы, решение задач на практических занятиях
ПК-1.2. Оформляет проектную документацию на тепломеханическое оборудование, его узлы и элементы в соответствии с требованиями правил и стандартов по проектированию объектов профессиональной деятельности	Зачет, выполнение и защита курсовой работы

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Зачет включает две части: теоретическую (1 вопрос) и практическую (1 задача). Для подготовки к ответу на теоретический вопрос и решение задачи, которые студенту озвучивает преподаватель, выбирая их случайным образом из перечня вопросов и типовых задач, отводится время в пределах 45 минут. После получения ответа студента на вопросы и проверки решения задачи преподаватель при необходимости задает дополнительные вопросы.

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Задачи и принципы конструирования (ПК-1.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Задачи конструирования</li> <li>– Экономические основы конструирования теплотехнического оборудования</li> <li>– Понятие полезной отдачи и долговечности оборудования</li> <li>– Средства повышения долговечности тепловых машин</li> <li>– изнашиваемость деталей оборудования, виды износа, способы повышения износостойкости деталей</li> <li>– Признаки надежности оборудования, показатели, характеризующие надежность оборудования</li> <li>– Пути повышения надежности оборудования</li> <li>– Понятие унификации оборудования</li> <li>– Методы унификации оборудования (перечислить и охарактеризовать, по меньшей мере, три метода)</li> <li>– Актуальность уменьшения номенклатуры объектов производства</li> <li>– Способы сокращения номенклатуры объектов производства</li> <li>– Параметрические ряды оборудования, их понятие и виды</li> </ul>
	Задачи и принципы конструирования (ПК-1.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Какие разделы должны содержаться в техническом задании?</li> <li>– Содержание технического предложения</li> <li>– Содержание эскизного проекта</li> <li>– Содержание технического проекта</li> <li>– Разделы пояснительной записки проектных конструкторских</li> </ul>

		<p>документов и их содержание</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Оформление ведомостей технического предложения, эскизного и технического проектов</li> <li>– Что должен содержать чертеж общего вида?</li> <li>– Особенности выполнения чертежей общего вида</li> <li>– Оформление таблицы составных частей изделия на чертежах общего вида</li> <li>– Требования к выполнению линий-выносок на чертежах</li> <li>– Особенности указания технических требований на чертеже общего вида</li> <li>– Понятие конструкторской документации</li> <li>– Определение изделия, виды изделий</li> <li>– Виды графических конструкторских документов</li> <li>– Правила оформления вида (как изображения) изделия на чертежах</li> <li>– Правила оформления разреза изделия на чертежах</li> <li>– Правила оформления сечения изделия на чертежах</li> <li>– Правила оформления выносных элементов изделия на чертежах</li> <li>– Правила нанесения размеров на чертежах</li> <li>– Обозначение шероховатости на чертежах</li> <li>– Правила условного обозначения резьбовых поверхностей на чертежах</li> <li>– Основные требования к выполнению сборочных чертежей на стадии разработки рабочей документации</li> <li>– Основные требования к выполнению габаритных чертежей на стадии разработки рабочей документации</li> <li>– Основные требования к выполнению монтажных чертежей на стадии разработки рабочей документации</li> </ul>
2	Основные виды теплоэнергетического оборудования (ПК-1.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Классификация промышленного теплотехнического оборудования</li> <li>– Классификация теплообменных аппаратов</li> <li>– Классификация теплоносителей</li> <li>– Понятие теплоемкости вещества</li> <li>– Понятие удельной теплоты парообразования вещества</li> <li>– Схемы расположения труб в трубных досках кожухотрубных теплообменников</li> <li>– Особенности конструктивного теплового расчета теплообменного аппарата</li> <li>– Особенности поверочного теплового расчета теплообменного аппарата</li> <li>– Уравнение теплового баланса теплообменного аппарата</li> <li>– Определение среднего температурного напора в теплообменнике для случаев прямотока и противотока</li> <li>– Особенности определения среднего температурного напора в теплообменнике для схем, отличных от чистого прямотока и противотока теплоносителей</li> <li>– Определение средних температур теплоносителей в теплообменном аппарате</li> <li>– Определение количества труб в теплообменнике</li> <li>– Определение шагов труб и количества труб на диагонали наибольшего шестиугольника в кожухотрубном теплообменнике</li> <li>– Определение площади живого сечения в межтрубном пространстве кожухотрубного теплообменника</li> <li>– Определение коэффициента теплоотдачи при развитом турбулентном движении жидкости в трубах и в прямолинейных каналах</li> <li>– Определение коэффициента теплоотдачи при поперечном обтекании пучка гладких труб турбулентным потоком жидкости</li> <li>– Определение коэффициента теплопередачи</li> <li>– Основное уравнение теплопередачи</li> </ul>
3	Конструкционные материалы теплотехнологии и требования, предъявляемые к ним (ПК-1.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Классификация сталей по химическому составу</li> <li>– Классификация сталей по назначению</li> <li>– Механические свойства конструкционных сталей</li> <li>– Критерии оценки механических свойств при испытании металлов на растяжение</li> <li>– Специальные свойства стали</li> <li>– Чугун, виды чугуна</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Использование алюминия и его сплавов в теплоэнергетике</li> <li>– Использование магния и бериллия, а также их сплавов в теплоэнергетике</li> <li>– Использование циркония и титана, а также их сплавов в теплоэнергетике</li> <li>– Использование меди, а также ее сплавов в теплоэнергетике</li> <li>– Использование биметаллических материалов в теплоэнергетике</li> <li>– Использование огнеупоров в теплоэнергетике</li> <li>– Использование теплоизоляционных материалов в теплоэнергетике</li> <li>– Использование пластических масс в теплоэнергетике</li> <li>– Использование резины в теплоэнергетике</li> <li>– Прокладочные и набивочные материалы для теплотехнического оборудования</li> <li>– Требования, предъявляемые к конструкционным материалам</li> </ul>
4	Основы конструирования корпусных деталей теплотехнического оборудования (ПК-1.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Основы конструирования обечаек теплообменного оборудования</li> <li>– Определение коэффициента снижения прочности при расчете на прочность обечаек теплообменных аппаратов</li> <li>– Определение расчетной толщины стенки корпуса теплообменного аппарата, работающего под внутренним давлением</li> <li>– Определение эксплуатационной прибавки, компенсирующей потери металла от коррозии и эрозии при расчете толщины стенки корпуса теплообменника</li> <li>– Основы конструирования водяных камер теплообменного оборудования</li> <li>– Что собой представляют отбортованные днища? В каких случаях их предпочтительнее использовать и почему?</li> <li>– Виды днищ теплообменных аппаратов</li> <li>– Особенности выбора эллиптических днищ при конструировании теплообменных аппаратов</li> <li>– Конические днища аппаратов, их сфера применения</li> <li>– Сфера применения и особенности выбора плоских днищ при конструировании аппаратов</li> <li>– Патрубки теплообменных аппаратов</li> </ul>
5	Опоры теплотехнического оборудования (ПК-1.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Лапы опорные подвесных вертикальных сосудов и аппаратов</li> <li>– Опоры (стойки) вертикальных сосудов и аппаратов</li> <li>– Опоры горизонтальных аппаратов</li> <li>– Основы расчета опор аппаратов</li> </ul>
6	Основы конструирования теплообменных поверхностей теплотехнического оборудования (ПК-1.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Виды и особенности трубных досок теплотехнического оборудования</li> <li>– Виды и особенности промежуточных перегородок теплотехнического оборудования</li> <li>– Определение коэффициента прочности трубной доски</li> <li>– Определение распределенного давления на фиксированную трубную доску от действия рабочего давления среды</li> <li>– Определение распределенного давления на фиксированную трубную доску от разности температурных удлинений трубок и корпуса</li> <li>– Определение распределенного по площади фиксированной трубной доски противодавления от сжатых трубок</li> <li>– Определение толщины фиксированной трубной доски</li> <li>– Трубки и способы их крепления</li> <li>– Особенности крепления теплообменных труб к трубным доскам развальцовкой</li> <li>– Укрепление отверстий в сосудах, работающих под давлением</li> </ul>
7	Компенсация температурных удлинений (ПК-1.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Необходимость компенсации температурных удлинений в теплотехническом оборудовании</li> <li>– Расчет термических напряжений</li> <li>– Виды и особенности компенсаторов</li> <li>– Основы расчета линзовых компенсаторов</li> </ul>
8	Соединение элементов теплотехнического оборудования (ПК-1.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Виды соединений теплотехнического оборудования</li> <li>– Резьбовые соединения: основные типы резьбы и их конструктивные формы</li> <li>– Фланцевые соединения и их элементы: болты (шпильки)</li> <li>– Цельные фланцы</li> <li>– Свободные фланцы</li> <li>– Резьбовые фланцы</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Фланцевые бобышки</li> <li>– Основы расчета фланцев</li> <li>– Назначение и виды обтюрации</li> <li>– Основы расчета прокладочных обтюраций</li> <li>– Сварные соединения</li> </ul>
--	---

## Перечень типовых задач для зачета

### Индикатор ПК-1.1

#### Задача

В водо-водяном теплообменнике вода, протекающая в нем с расходом 2 кг/с, охлаждается от 90 °С до 60 °С. Определите, с каким расходом должна поступать в этот теплообменник нагреваемая вода, чтобы нагреться в нем от 5 °С до 55 °С. Теплоемкость воды принять равной 4,2 кДж/(кг·°С). Принять, что потери тепла в теплообменнике отсутствуют.

#### Задача

В кожухотрубном газо-водяном теплообменнике газы охлаждаются от 600 °С до 250 °С, а вода нагревается от 100 °С до 150 °С. Определите среднюю температуру газов в этом теплообменнике, если в нем организована противоточная схема движения теплоносителей.

#### Задача

В кожухотрубном теплообменнике установлены трубки Ø 25×2,5 мм. В трубном пространстве этого теплообменника протекает 6,28 кг/с воды со скоростью 2 м/с. Определите количество труб, установленных в теплообменнике, если известно, что в нем организовано одноходовое движение воды, протекающей в трубном пространстве. Плотность воды принять равной 1000 кг/м<sup>3</sup>.

#### Задача

В кожухотрубном теплообменнике за счет охлаждения греющего теплоносителя от 115 до 90 °С происходит нагрев 10 кг/с воды от 15 до 60 °С. Значение коэффициента теплопередачи в кожухотрубном теплообменнике составляет 1,2 кВт/(м<sup>2</sup>·К). Проведите анализ эффективности применения различных схем взаимного направления движения теплоносителей в указанном теплообменнике и произведите выбор наиболее эффективной схемы. Принять, что тепловые потери в теплообменнике отсутствуют, а средняя удельная изобарная теплоемкость нагреваемой воды равна 4,2 кДж/(кг·°С).

#### Задача

В кожухотрубном теплообменнике по сторонам шестиугольников сваркой закреплены 37 трубок диаметром Ø 38×2,0 мм. Произведите выбор диаметра корпуса указанного теплообменника и полуфабриката для его изготовления.

#### Задача

Внутренний диаметр корпуса кожухотрубного теплообменника 700 мм. Какими способами могут быть закреплены 217 трубок Ø 25×2,0 мм в трубной решетке этого теплообменника?

### Задача

В теплообменнике организована противоточная схема теплоносителей, причем греющий теплоноситель охлаждается от 100 °С до 60 °С, а нагреваемый – подогревается от 20 °С до 50 °С. Определите какая должна быть площадь поверхности теплообмена в данном теплообменнике, чтобы при коэффициенте теплопередачи 1,2 кВт/(м<sup>2</sup>·К) в нем от греющего теплоносителя нагреваемому передавалось 5400 кВт теплоты.

### Задача

К трубной решетке кожухотрубного теплообменного аппарата сваркой по сторонам шестиугольника прикреплено 169 труб Ø 25×2,5 мм. Определите коэффициент ослабления трубной решетки отверстиями, если диаметр обечайки теплообменника составляет Ø 530×5 мм.

## 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

### Защита курсовой работы

Отметка о допуске работы к защите получается при предъявлении преподавателю оформленной расчетно-пояснительной записки и графической части (согласно заданию на выполнение курсовой работы).

Защита работы происходит либо в форме беседы с преподавателем, либо в форме публичной защиты, либо в форме тестирования, в ходе которых проверяется знание студентом назначения и методики выполненных расчетов, способность анализировать результаты, полученные в ходе расчетов.

*Типовые задания при проведении защиты в форме беседы с преподавателем, либо в форме публичной защиты*

#### Индикатор ПК-1.1

1. Сформулировать цель выполнения курсовой работы и перечислить решаемые для ее выполнения задачи
2. Из каких соображений производился выбор количества трубок в теплообменнике и схемы их размещения в трубных решетках?
3. Перечислите особенности конструктивного теплового расчета теплообменного аппарата.
4. Напишите основное уравнение теплопередачи, опишите все входящие в это уравнение параметры.
5. Каким образом определяется коэффициент снижения прочности при расчете на прочность обечайек теплообменных аппаратов.
6. До какой температуры охладится вода, поступающая в теплообменник с температурой 80 °С и расходом 14 кг/с, если в этом теплообменнике вода, протекающая с расходом 10 кг/с нагревается от 12 °С до 25 °С? Потери тепла в теплообменнике отсутствуют. Теплоемкость воды принять равной 4,2 кДж/(кг·°С).
7. В кожухотрубном теплообменнике греющий теплоноситель охлаждается от 115 °С до 70 °С, а нагреваемый – нагревается от 50 °С до 90 °С. Схема движения теплоносителей – противоток. Определите средний температурный напор.
8. В одноходовом кожухотрубном теплообменнике трубки Ø 25×2,5 мм расположены по сторонам шестиугольников. При этом количество шестиугольников 3. Определите минимально возможный внутренний диаметр кожуха аппарата, если известно, что трубы прикреплены к трубной решетке сваркой.

9. В теплообменнике организована противоточная схема теплоносителей, причем греющий теплоноситель охлаждается от 110 °С до 65 °С, а нагреваемый – подогревается от 15 °С до 55 °С. Определите какая должна быть площадь поверхности теплообмена в данном теплообменнике, чтобы при коэффициенте теплопередачи 1,15 кВт/(м<sup>2</sup>·К) в нем от греющего теплоносителя нагреваемому передавалось 5000 кВт теплоты.
10. К трубной решетке кожухотрубного теплообменного аппарата сваркой по сторонам шестиугольника прикреплено 169 труб Ø 20×2,0 мм. Определите коэффициент ослабления трубной решетки отверстиями, если диаметр обечайки теплообменника составляет Ø 426×7 мм. В теплообменнике используются паронитовые прокладки шириной 20 мм и толщиной 3 мм. В теплообменнике используются болты диаметром 12 мм.

### Индикатор ПК-1.2

1. Правила нанесения размеров на чертежах
2. Требования к выполнению линий-выносок на чертежах
3. Особенности указания технических требований на чертеже общего вида
4. Виды графических конструкторских документов
5. Правила оформления разреза изделия на чертежах
6. Правила оформления сечения изделия на чертежах
7. Правила оформления выносных элементов изделия на чертежах
8. Правила условного обозначения резьбовых поверхностей на чертежах

### *Типовые задания при проведении защиты в форме тестирования*

#### Индикатор ПК-1.1

##### **Задание 1**

**Выберите один или несколько из четырех вариантов ответа**

Какие из перечисленных ниже затрат относятся к капитальным?

- а) расходы на монтаж оборудования;
- б) расходы на топливо;
- в) расходы на доставку оборудования;
- г) расходы на амортизацию оборудования.

##### **Задание 2**

**Выберите один или несколько из четырех вариантов ответа**

Какими факторами обуславливаются систематические дефекты оборудования?

- а) аномальными погодными условиями;
- б) неудовлетворительной конструкцией оборудования;
- в) неудовлетворительным контролем на заводе-изготовителе;
- г) недостаточной технологической дисциплиной на заводе-изготовителе.

##### **Задание 3**

**Выберите один из четырех вариантов ответа**

Каково содержание легирующих добавок в среднелегированной стали?

- а) от 0,1 до 1 %;
- б) от 1 до 2,5 %;
- в) от 2,5 до 10 %;
- г) от 10 до 12,5 %.

##### **Задание 4**

**Выберите один из четырех вариантов ответа**



Как называется свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях?

- а) долговечность;
- б) прочность;
- в) пластичность;
- г) надежность.

#### **Задание 5**

##### **Выберите один из четырех вариантов ответа**

Как называется способность материала выдерживать механические нагрузки без существенной деформации и разрушения при повышенных температурах?

- а) жаропрочность;
- б) жаростойкость;
- в) усталостная прочность;
- г) коррозионная стойкость.

#### **Задание 6**

##### **Выберите один или несколько из четырех вариантов ответа**

Какие из представленных ниже процессов относятся к высокотемпературным?

- а] горение топлива в топке котла;
- б] сушка сыпучих материалов продуктами сгорания органического топлива;
- в] обжиг клинкера в цементной печи;
- г] ректификация.

#### **Задание 7**

##### **Выберите один из четырех вариантов ответа**

В кожухотрубном теплообменнике равномерно по сторонам шестиугольников размещена 61 труба. Определите количество труб на диагонали наибольшего шестиугольника.

- а) 6;
- б) 7;
- в) 8;
- г) 9.

#### **Задание 8**

##### **Выберите один из трех вариантов ответа**

Корпус какого типа наиболее предпочтителен для теплообменника с избыточным давлением среды, протекающей в межтрубном пространстве?

- а) коробчатой формы;
- б) выполненный из бесшовной трубы круглого сечения;
- в) цилиндрической формы, выполненный из стальной листовой заготовки, края которой соединены продольным сварным швом.

#### **Задание 9**

##### **Выберите один из четырех вариантов ответа**

С какой целью производится отбортовка днища теплообменного аппарата?

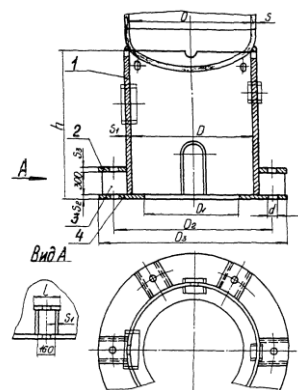
- а) для обеспечения фланцевого соединения с корпусом;
- б) для обеспечения многоходовой схемы движения жидкости в трубном пространстве теплообменника;
- в) для вынесения сварного шва при присоединении днища к обечайке за пределы опасной зоны;
- г) для придания жесткости днищу.

### Задание 10

#### Выберите один из четырех вариантов ответа

Какой тип опоры вертикальных сосудов и аппаратов представлен на рисунке?

- а) цилиндрическая с местными косынками;
- б) цилиндрическая с наружными стойками под болты;
- в) цилиндрическая с кольцевым опорным поясом
- г) коническая с кольцевым опорным поясом



### Задание 11

#### Выберите один из четырех вариантов ответа

Какой из типов соединения труб с трубными досками представляет собой прочное и герметичное соединение, образованное путем раздачи концов трубок специальными устройствами до прочно-напряженного контакта между стенкой трубки и стенкой отверстия в трубной доске?

- а) сварка;
- б) пайка;
- в) развальцовка;
- г) посредством сальникового уплотнения.

### Индикатор ПК-1.2

#### Задание 1

#### Выберите один из четырех вариантов ответа

К какому из видов изделий относится изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями?

- а) деталь;
- б) сборочная единица;
- в) комплекс;
- г) комплект.

#### Задание 2

#### Выберите один из четырех вариантов ответа

Как называется графический конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для сборки и контроля?

- а) сборочный чертеж;
- б) чертеж общего вида;
- в) габаритный чертеж;
- г) монтажный чертеж.

#### Задание 3

#### Выберите один из четырех вариантов ответа

На какой из стадий разработки конструкторской документации разрабатываются документы, которые содержат окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия?

- а) техническое задание;
- б) техническое предложение;
- в) эскизный проект;
- г) технический проект.

#### Задание 4

##### Выберите один из четырех вариантов ответа

Каким элементом на чертеже заканчивается линия-выноска, отводимая от линии, обозначающей поверхность?

- а) точкой;
- б) окружностью;
- в) стрелкой;
- г) квадратом.

#### Задание 5

##### Выберите один из четырех вариантов ответа

Как соотносятся на чертеже размеры шрифта номеров позиций и размеры шрифта, принятого для размерных чисел?

- а) размер шрифта номеров позиций на 3...4 размера меньше размера шрифта, принятого для размерных чисел;
- б) размер шрифта номеров позиций на 1...2 размера меньше размера шрифта, принятого для размерных чисел;
- в) размер шрифта номеров позиций равен размеру шрифта, принятого для размерных чисел;
- г) размер шрифта номеров позиций на 1...2 размера больше размера шрифта, принятого для размерных чисел.

#### Задание 6

##### Выберите один из четырех вариантов ответа

Какое изображение изделия называют видом?

- а) дополнительное отдельное увеличенное изображение какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и других данных;
- б) изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета;
- в) изображение предмета, мысленно рассеченного одной плоскостью;
- г) изображение предмета, мысленно рассеченного несколькими плоскостями.

#### Задание 7

##### Выберите один из трех вариантов ответа

Какое из изображений изделия на чертеже представляет собой мысленное рассечение предмета плоскостью и содержит только то, что получается в секущей плоскости?

- а) вид;
- б) разрез;
- в) сечение.

#### Задание 8

##### Выберите один из четырех вариантов ответа

Каким образом на чертеже наносятся размерные числа?

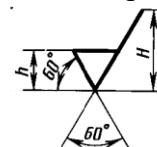
- а) справа от размерной линии;
- б) под размерной линией;
- в) в разрыве размерной линии;
- г) над размерной линией.

#### Задание 9

##### Выберите один из трех вариантов ответа

В каком случае на чертеже используется приведенное обозначение шероховатости?

- а) вид обработки не указывается;
- б) удаляется слой материала;



в) без удаления слоя материала.

#### **Задание 10**

##### **Выберите один из четырех вариантов ответа**

Каким образом на чертеже должен условно изображаться невидимый шов сварного соединения?

- а) волнистой линией;
- б) штриховой линией;
- в) штрихпунктирной линией;
- г) сплошной основной линией.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

#### **Защита расчетно-графического задания**

Не предусмотрено учебным планом.

#### **Лабораторные занятия**

Не предусмотрено учебным планом.

#### **Практические занятия**

*Типовые разноуровневые задачи и задания (ПК-1.1)*

##### **Задача**

Произведите выбор материала труб для пароводяного подогревателя химически очищенной воды (содержащей углекислый газ и кислород), устанавливаемого в котельной. Ответ обоснуйте.

##### **Задача**

В котельной предполагается установить кожухотрубный пароводяной подогреватель для нагрева сырой воды, направляемой затем на химводоочистку. Произведите выбор, в какое пространство теплообменника (трубное или межтрубное) должен быть направлен каждый из теплоносителей. Ответ обоснуйте.

##### **Задача**

До какой температуры охладится вода, поступающая в теплообменник с температурой 70 °С и расходом 10 кг/с, если в этом теплообменнике вода, протекающая с расходом 8 кг/с нагревается от 10 °С до 30 °С? Потери тепла в теплообменнике отсутствуют. Теплоемкость воды принять равной 4,2 кДж/(кг·°С).

##### **Задача**

В кожухотрубном теплообменнике имеет место прямоточное движение теплоносителей. Определите средний температурный напор в теплообменнике, если один из теплоносителей в нем охлаждается от 90 °С до 70 °С, а другой при

этом нагревается от 5 °С до 40 °С.

### Задача

В кожухотрубном теплообменнике по сторонам шестиугольников установлено 37 трубок. Определите количество шестиугольников и количество труб на диагонали наибольшего шестиугольника.

### Задача

Внутренний диаметр корпуса кожухотрубного теплообменника 600 мм. Какими способами могут быть закреплены 127 трубок Ø 38×2,0 мм в трубной решетке этого теплообменника?

### Задача

В межтрубном пространстве одноходового кожухотрубного теплообменника сегментные перегородки отсутствуют. Определите эквивалентный диаметр межтрубного пространства теплообменника, если в нем установлено 169 трубок наружным диаметром 20 мм, а внутренний диаметр кожуха равен 520 мм.

### Задача

В качестве корпуса теплообменного аппарата используется бесшовная труба наружным диаметром 426 мм. Материал корпуса Ст. 3 ( $[\sigma] = 120$  МПа для рабочих условий). Определите расчетную толщину стенки корпуса если известно, что в трубном пространстве теплообменника протекает вода с давлением 1,4 МПа, а в межтрубном пространстве движется пар с давлением 0,8 МПа. Неукрепленные отверстия в корпусе отсутствуют.

## 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме **зачета** используется следующая шкала оценивания: не зачтено, зачтено.

При промежуточной аттестации в форме **дифференцированного зачета при защите курсовой работы** используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-1 Способен к участию в подготовке проектной документации по отдельным узлам и элементам тепломеханической части	
ПК-1.1. Производит расчеты тепломеханического оборудования, его узлов и элементов в соответствии со стандартными методиками и требованиями руководящих документов	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
	Знание источников информации
Умения	Полнота выполненного задания

	Качество выполненного задания
	Самостоятельность выполнения задания
	Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы
	Правильность применения теоретического материала
Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Анализ результатов решения задач
	Обоснование полученных результатов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

При промежуточной аттестации в форме **зачета**:

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основных закономерностей, соотношений, принципов проектирования теплотехнического оборудования и его элементов	Знает основные закономерности, соотношения, принципы проектирования теплотехнического оборудования и его элементов
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно
	Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания
Знание источников информации	Не знает нормативные документы, регламентирующие вопросы конструирования теплотехнического оборудования и его элементов	Знает нормативные документы, регламентирующие вопросы конструирования теплотехнического оборудования и его элементов

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Полнота выполненного задания	Задание не выполнено	Задание выполнено полностью
Качество выполненного задания	Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания	Задание выполнено без существенных ошибок
Самостоятельность выполнения задания	Не может выполнить задание, в том числе и с дополнительной помощью	Выполняет задание в основном самостоятельно
Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать

делать выводы	делать выводы	
Правильность применения теоретического материала	При применении теоретического материала допущены ошибки, относящиеся к методике выполнения задания	Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Выбор методики выполнения задания	Неверно выбрана методика выполнения задания	Методика выполнения задания выбрана в целом верно
Анализ результатов решения задач	Не произведен анализ результатов решения задачи при необходимости такого анализа	Произведен анализ результатов решения задачи и сделаны выводы
Обоснование полученных результатов	Представляемые результаты не обоснованы	Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники

### При промежуточной аттестации в форме **дифференцированного зачета при защите курсовой работы**

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основных закономерностей, соотношений, принципов конструирования теплотехнического оборудования	Знает основные закономерности, соотношения, принципы конструирования теплотехнического оборудования	Знает основные закономерности, соотношения, принципы конструирования теплотехнического оборудования; их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы конструирования теплотехнического оборудования; может самостоятельно их объяснить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на большинство	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные

		вопросов		вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы
Знание источников информации	Не знает нормативные документы, регламентирующие вопросы конструирования теплотехнического оборудования и его элементов	Знает отдельные нормативные документы, регламентирующие вопросы конструирования теплотехнического оборудования и его элементов	Знает основные нормативные документы, регламентирующие вопросы конструирования теплотехнического оборудования и его элементов	Знает нормативные документы, регламентирующие вопросы конструирования теплотехнического оборудования и его элементов

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выполненного задания	Задание не выполнено	Задание выполнено не в полном объеме	Задание выполнено полностью	Задание выполнено полностью, рациональным способом
Качество выполненного задания	Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания	Задание выполнено с существенными неточностями, не носящими принципиальный характер	Задание выполнено с небольшими неточностями	Задание выполнено без ошибок
Самостоятельность выполнения задания	Не может выполнить задание, в том числе и с дополнительной помощью	Может выполнить задание только с дополнительной помощью	Выполняет задание в основном самостоятельно	Самостоятельно выполняет задание
Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы	Допускает ошибки при сопоставлении, обобщении и при формулировании выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но допускает небольшие неточности при формулировании выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать верные выводы



Правильность применения теоретического материала	При применении теоретического материала допущены ошибки, относящиеся к методике выполнения задания	При применении теоретического материала допущены ошибки, не носящие принципиальный характер	Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно, но с несущественными неточностями	Теоретический материал применен и интерпретирован правильно
--	--	---	--	---

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения задания	Неверно выбрана методика выполнения задания	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании основных расчетных зависимостей	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям	Выбрана верная или наиболее рациональная методика выполнения задания
Анализ результатов решения задач	Не произведен анализ результатов решения задачи при необходимости такого анализа	Анализ результатов, полученных при решении задачи проводится только при помощи преподавателя	Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов решения задачи	Произведен анализ результатов решения задачи и сделаны исчерпывающие выводы
Обоснование полученных результатов	Представляемые результаты не обоснованы	Имеются замечания к полученным результатам, отсутствует в достаточной степени их обоснование	Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники	Представляемые результаты обоснованы, четко аргументированы с указанием ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-1 Способен к участию в подготовке проектной документации по отдельным узлам и элементам тепломеханической части ПК-1.2. Оформляет проектную документацию на тепломеханическое оборудование, его узлы и элементы в соответствии с требованиями правил и стандартов по проектированию объектов профессиональной деятельности	
Знания	Знание терминов, определений, понятий

	Знание основных закономерностей, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
	Знание источников информации
Умения	Полнота выполненного задания
	Качество выполненного задания
	Самостоятельность выполнения задания
	Качество оформления задания
	Правильность применения теоретического материала
Навыки	Выбор методики выполнения задания

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения
Знание основных закономерностей, принципов	Не знает основных закономерностей, принципов оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование	Знает основные закономерности, принципы оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно
	Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания
Знание источников информации	Не знает нормативные документы, регламентирующие вопросы оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование	Знает нормативные документы, регламентирующие вопросы оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Полнота выполненного задания	Задание не выполнено	Задание выполнено полностью
Качество выполненного задания	Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания	Задание выполнено без существенных ошибок
Самостоятельность выполнения задания	Не может выполнить задание, в том числе и с дополнительной	Выполняет задание в основном самостоятельно

	помощью	
Качество оформления задания	Задание оформлено настолько неряшливо, что не поддается проверке	Задание оформлено аккуратно, в соответствии с требованиями нормативных документов
Правильность применения теоретического материала	При применении теоретического материала допущены принципиальные ошибки	Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Выбор методики выполнения задания	Неверно выбрана методика выполнения задания	Методика выполнения задания выбрана в целом верно

### При промежуточной аттестации в форме **дифференцированного зачета при защите курсовой работы**

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, принципов	Не знает основных закономерностей, принципов оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование	Знает основные закономерности, принципы оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование	Знает основные закономерности, принципы оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование; их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, принципы оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование; может самостоятельно их объяснить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя

	Не иллюстрирует изложение поясняющими рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы
Знание источников информации	Не знает нормативные документы, регламентирующие вопросы оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование	Знает отдельные нормативные документы, регламентирующие вопросы оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование	Знает основные нормативные документы, регламентирующие вопросы оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование	Знает нормативные документы, регламентирующие вопросы оформления проектной документации на тепломеханическое оборудование

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выполненного задания	Задание не выполнено	Задание выполнено не в полном объеме	Задание выполнено полностью, но отсутствуют некоторые необходимые пояснения	Задание выполнено полностью
Качество выполненного задания	Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания	Задание выполнено с существенными неточностями, не носящими принципиальный характер	Задание выполнено с небольшими неточностями	Задание выполнено без ошибок
Самостоятельность выполнения задания	Не может выполнить задание, в том числе и с дополнительной помощью	Может выполнить задание только с дополнительной помощью	Выполняет задание в основном самостоятельно	Самостоятельно выполняет задание
Качество оформления задания	Задание оформлено настолько неряшливо, что не поддается проверке	Задание оформлено неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения и имеются существенные отклонения от требований нормативных документов	Задание оформлено аккуратно, в соответствии с требованиями нормативных документов	Задание оформлено аккуратно, с необходимыми пояснениями и в соответствии с требованиями нормативных документов

Правильность применения теоретического материала	При применении теоретического материала допущены принципиальные ошибки	При применении теоретического материала допущены ошибки, не носящие принципиальный характер	Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно, но с несущественными неточностями	Теоретический материал применен и интерпретирован правильно
--	--	---	--	---

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения задания	Неверно выбрана методика выполнения задания	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при использовании основных правил оформления проектной документации	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным правилам оформления проектной документации	Выбрана верная или наиболее рациональная методика выполнения задания

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; информационные стенды; лабораторная установка для изучения работы теплообменников, компьютер, телевизор; макеты теплообменного оборудования
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633.

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
	Plus 2016	Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) KasperskyEndpointSecurity от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	GoogleChrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	MozillaFirefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. *Учаев, П.Н.* Детали машин и основы конструирования. Основы конструирования. Вводный курс: учебник / П.Н. Учаев, С.Г. Емельянов, С.П. Учаев // Под общ. ред. П.Н. Учаева. – Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 199 с.

2. Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы: Справочник / Под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2000. – 528 с. – (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 1).

3. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Ю.М. Бродов, К.Э. Аронсон, А.Ю. Рябчиков, М.А. Ниренштейн; под общ. ред. Ю.М. Бродова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 480 с.

4. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок: учебник / ред. А.И. Леонтьев. – 2-е изд., стер. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 591 с.

5. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / Под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 632 с. – (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 4).

6. *Павлов, К.Ф.* Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учеб. пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков // Под ред. П.Г. Романкова. – 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.

7. Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды / Госгортехнадзор России. - Москва : Промышленная безопасность, 2004. - 342 с. - (Нормативные документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в области котлонадзора и надзора за подъемными сооружениями : серия 10 ; вып. 6).

8. *Боровков, В.М.* Теплотехническое оборудование : учебник / В.М. Боровков, А.А. Калютник, В.В. Сергеев. – 2-е изд., испр. – Москва: Академия, 2013. – 190 с.

9. Теплообменные аппараты ТЭС: справочник: в 2 кн. Кн. 2 / под общ. ред. чл.-корр. РАН Ю.Г. Назмеева и проф. В.Н. Шлянникова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 435 с.

10. *Назмеев, Ю.Г.* Теплообменные аппараты ТЭС: Учеб. пособие для вузов / Ю.Г. Назмеев, В.М. Лавыгин. – 3-е изд., стереот. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 260 с.

11. *Расчет* и конструирование теплообменного аппарата: методические

указания к выполнению курсовой работы / сост. А.В. Губарев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 56 с. (электронное издание:  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018112314453715800000658379>)

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Теплообменники энергетических установок. Режим доступа: <https://openedu.urfu.ru/files/book/index.html>
2. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Лань. Электронно-библиотечная система. Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_ /20\_\_ учебный год  
без изменений

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.В. Васильченко  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ А.В. Белоусов  
подпись, ФИО



