

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной  
работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений  
Блока 1 «Дисциплины (модули)»

**«Конструирование и расчет теплоэнергетического оборудования»**

Направление подготовки бакалавров -13.03.01 Теплоэнергетика и  
теплотехника

Направленность(профиль) – Автономные энергетические системы

Тип задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский

Форма обучения – очная и заочная.

Факультет природопользования и инженерной экологии  
Кафедра «Технологические машины и оборудование»

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: к.т.н., доц.

В.В. Шелгунов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО  
«\_\_» \_\_\_\_ 2019 г., протокол № .

Заведующий кафедрой ТМО

Б.Ф. Зюзин

Согласовано  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## **1. Цели и задачи дисциплины.**

**Основной целью** изучения дисциплины «Конструирование и расчет теплоэнергетического оборудования» является подготовка студентов к проектно-конструкторской деятельности, связанной с оптимальным выбором и проектированием современного, надежного, высокоэффективного теплоэнергетического оборудования.

### **Задачи дисциплины:**

- сформировать у студентов комплекс знаний и теоретических представлений в области методологии проектирования оборудования и видов проектирования; основных направлений прогресса в машиностроении; методов расчета и конструирования теплоэнергетического оборудования;

- сформировать у студентов комплекс знаний о теоретических основах проектирования на основе составления прогнозных решений эвристическими и математическими методами.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП.**

Дисциплина относится к дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания дисциплин «Физика», «Техническая механика», «Общая теплотехника», «Материаловедение», «Котельные установки и парогенераторы». Знания, полученные при изучении данной дисциплины, могут быть использованы при изучении других специальных дисциплин, при прохождении преддипломной практики, при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.**

### **3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине**

#### **Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:**

ПК-1: Способен проектировать отдельные узлы и элементы по установке оборудования и обвязке трубопроводами на основании задания руководителя.

ПК-5: Способен выполнять прочностные расчеты трубопроводов с учетом компенсации и самокомпенсации.

ПК-6: Способен оформлять проектную документацию на электронных и бумажных носителях.

#### **3.2. Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

ИПК-1.1. Знает правила выполнения чертежей и схем узлов и элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов.

ИПК-1.2. Владеет основами расчета и конструирования узлов и элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов.

ИПК-1.4. Учитывает при установке оборудования и обвязке трубопроводами требования нормативно-технических документов.

ИПК-1.5. Определяет технические характеристики и требования для отдельных узлов и элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов.

ИПК-5.1. Владеет методиками расчета на прочность трубопроводов.

ИПК-5.2. Определяет расчетные нагрузки и условия работы трубопроводов.

ИПК-5.3. Учитывает при расчете возможность компенсации и

самокомпенсации температурных деформаций трубопроводов.

ИПК-6.1. Собирает и анализирует исходную информацию и результаты проектирования котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей.

ИПК-6.2. Применяет прикладное программное обеспечение для разработки и оформления технической документации.

ИПК-6.3. Оформляет проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию.

### **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

ИПК-1.1.

#### **Знать:**

З1. Правила выполнения чертежей и схем узлов и элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов.

#### **Уметь:**

У1. Выполнять чертежи узлов и схем элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов.

#### **Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Проектировать отдельные узлы и элементы теплотехнического оборудования и трубопроводов на основании задания руководителя.

ИПК-1.2.

#### **Знать:**

З2. Основы расчета и конструирования узлов и элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов.

#### **Уметь:**

У2. Выполнять расчет и конструировать узлы и элементы теплотехнического оборудования и трубопроводов.

#### **Иметь опыт практической подготовки:**

ПП2. Выбирать метод расчета для определенного теплотехнического оборудования и трубопроводов.

ИПК-1.4.

#### **Знать:**

З3. Требования нормативно-технических документов при установке оборудования и обвязке трубопроводами.

#### **Уметь:**

У3. Использовать требования нормативно-технических документов при установке оборудования и обвязке трубопроводами.

#### **Иметь опыт практической подготовки:**

ПП3. Выбирать необходимый нормативно-технический документ при установке оборудования и обвязке трубопроводами.

ИПК-1.5.

#### **Знать:**

З4. Технические характеристики и требования для отдельных узлов и элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов.

#### **Уметь:**

У4. Определять технические характеристики и требования для отдельных узлов и элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП4. Выбирать технические характеристики и требования для отдельных узлов и элементов теплотехнического оборудования и трубопроводов.

ИПК 5.1.

**Знать:**

35. Основные методики расчета на прочность трубопроводов.

**Уметь:**

У5. Использовать методики расчета на прочность трубопроводов.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП5. Выбирать необходимые методики расчета на прочность конкретного трубопровода.

ИПК 5.2.

**Знать:**

36. Виды расчетных нагрузок и условия работы трубопроводов.

**Уметь:**

У6. Определять расчетные нагрузки и условия работы трубопроводов.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП6. Выбирать необходимые расчетные нагрузки и условия работы для конкретного трубопровода.

ИПК 5.3.

**Знать:**

37. Влияние на расчет возможности компенсации и самокомпенсации температурных деформаций трубопроводов.

**Уметь:**

У7. Учитывать при расчете возможность компенсации и самокомпенсации температурных деформаций трубопроводов.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП7. Применять при расчете возможность компенсации и самокомпенсации температурных деформаций трубопроводов.

ИПК 6.1.

**Знать:**

38. Исходную информацию и результаты проектирования котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей.

**Уметь:**

У8. Собирать исходную информацию и результаты проектирования котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП8. Анализировать и оценивать исходную информацию и результаты проектирования котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей.

ИПК 6.2.

**Знать:**

39. Основное прикладное программное обеспечение для разработки и

оформления технической документации.

**Уметь:**

У9. Использовать прикладное программное обеспечение для разработки и оформления технической документации.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП9. Применять прикладное программное обеспечение для разработки и оформления технической документации.

ИПК 6.3.

**Знать:**

310. Состав проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов.

**Уметь:**

У10. Оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП10. Формировать пакет проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию.

### 3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; практических занятий; выполнение курсового проекта.

## 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	8	288
<b>6-й семестр</b>	4	144
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		84
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графическая работа		не предусмотрена
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям.		80
Контроль текущий и промежуточный (зачет)		4

<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины</b>		30
Практические занятия		30
Лабораторные работы		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
<b>7-й семестр</b>	4	144
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		48+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		40
Расчетно-графическая работа		не предусмотрена
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к защите лабораторных работ; - подготовка к практическим занятиям.		8
Контроль текущий и промежуточный (экзамен)	1	36
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины</b>		75
Практические занятия		30
Лабораторные работы		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		45

#### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Зачетных единиц</b>	<b>Академических часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	8	288
7 семестр	4	144
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		14
В том числе:		
Лекции		8
Практические занятия (ПЗ)		6
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		126+4(зачет)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрена
Реферат		не предусмотрен
Контрольная работа		66
Другие виды самостоятельной работы:		

- изучение теоретической части дисциплины - подготовка к практическим занятиям.		60
Контроль текущий и промежуточный (зачет)		4(зачет)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины</b>		6
Практические занятия		6
Лабораторные работы		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
<b>8-й семестр</b>	4	144
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		4
В том числе:		
Лекции		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		4
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		131+9(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		70
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к практическим занятиям.		61
Контроль текущий и промежуточный (экзамен)	1	9(экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины</b>		74
Практические занятия		4
Лабораторные работы		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		70

## 5. Структура и содержание дисциплины.

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

### 5.1. Структура дисциплины.

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ.

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№	Наименование Модуля	Труд-ть Часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
	<b>6-й семестр</b>					
1	Введение. Задачи курса. Основные требования к конструктивному	48	10	10	-	28

	оформлению. Основные стадии проектирования оборудования. Основы квалиметрии и теории надежности.					
2	Безмоментная теория расчета оболочек. Краевая задача (моментная теория расчета оболочек)	48	10	10	-	28
3	Аппараты, работающие под наружным давлением. Колонные аппараты.	48	10	10	-	28
	Итого за 6 семестр	144	30	30		84
	7 семестр					
4	Укрепление отверстий. Фланцевые соединения. Опоры и устройства для строповки аппаратов.	48	10	10	-	16+12(экз)
5	Расчет и конструирование теплообменных аппаратов. Расчет элементов оборудования, работающего в условиях динамических колебаний.	48	10	10	-	16+12экз)
6	Быстровращающиеся диски и оболочки. Элементы медленно-вращающихся барабанных аппаратов.	48	10	10	-	16+12(экз)
	Итого за 7-й семестр	144	30	30		48+36(экз)
	Всего на дисциплину	<b>288</b>	<b>60</b>	<b>60</b>		<b>132+36(экз)</b>

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ.

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№	Наименование Модуля	Труд-ть Часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
	<b>7-й семестр</b>					
1	Введение. Задачи курса. Основные требования к конструктивному оформлению. Основные стадии проектирования оборудования. Основы квалиметрии и теории надежности.	32	2		-	30
2	Безмоментная теория расчета оболочек. Краевая задача (моментная теория расчета оболочек)	56	3	3		50
3	Аппараты, работающие под	56	3	3		50

	наружным давлением. Колонные аппараты.					
	Итого за 7-й семестр	144	8	6		126+4(зачет)
	<b>8-й семестр</b>					
4	Укрепление отверстий. Фланцевые соединения. Опоры и устройства для строповки аппаратов.	48	-	1		44+3(экз)
5	Расчет и конструирование теплообменных аппаратов. Расчет элементов оборудования, работающего в условиях динамических колебаний.	48	-	2		43+3(экз)
6	Быстровращающиеся диски и оболочки. Элементы медленно-вращающихся барабанных аппаратов.	48	-	1		44+3(экз)
	Итого за 8-й семестр	144	-	4	-	131+9(экз)
	Всего на дисциплину	<b>288</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>257+4(зач)+9(экз)</b>

## 5.2. Содержание дисциплины.

### **МОДУЛЬ 1 «Введение. Задачи курса. Основные требования к конструктивному оформлению. Основные стадии проектирования оборудования. Основы квалиметрии и теории надежности»**

Конструктивное совершенствование оборудования в теплоэнергетике. Тенденции развития конструктивного оформления теплоэнергетических установок. Структурные схемы теплоэнергетических аппаратов и машин.

Основные требования к конструктивному оформлению. Основные требования, предъявляемые к разрабатываемому технологическому оборудованию. Показатели качества технологической продукции. Техничко-экономические, эстетические, патентно-правовые и др. показатели.

Основные стадии проектирования и виды технической документации. Конструктивная компоновка аппаратов и машин. Последовательность конструктивного синтеза.

Понятие квалиметрии. Качество конструкции машин и его составляющие. Система показателей качества машины. Теория надежности машин. Основные понятия и показатели надежности. Физика отказов. Законы состояния. Общие зависимости теории надежности. Надежность в период нормальной эксплуатации машин. Надежность в период износных отказов. Совместное действие постепенных и внезапных отказов. Особенности надежности восстанавливаемых изделий. Общие направления повышения надежности оборудования. Прогнозирование уровня надежности функционирования оборудования. Учет надежности оборудования на стадиях его проектирования.

## **МОДУЛЬ 2 «Безмоментная теория расчета оболочек. Краевая задача (моментная теория расчета оболочек)»**

Безмоментное нагружение оболочек вращения. Вывод уравнений для расчета толщин стенок цилиндрической и сферической обечаек. Типаж и области применения цилиндрических и сферических обечаек при конструктивном синтезе аппаратов и машин.

Типы днищ и области их применения. Вывод уравнений для расчета толщин стенок эллиптических, сферических и конических днищ и крышек. Техно-экономическое обоснование выбора типа днищ и крышек.

Случаи возникновения краевых сил и моментов при сопряжении оболочек и других конструктивных элементов. Расчетная схема стыкового узла. Дополнительные силы и моменты, возникающие в стыковом узле. Уравнение совместности линейных и угловых деформаций. Методика расчета стыковых узлов аппарата и машины с учетом краевых сил и моментов.

## **МОДУЛЬ 3 «Аппараты, работающие под наружным давлением. Колонные аппараты»**

Классификация обечаек на короткие, длинные и средней длины.

Геометрическое условие. Поведение цилиндрических обечаек при нагружении наружным давлением и осевой сжимаемой силой. Вывод расчетных формул для определения толщин стенки обечайки средней длины. Конические обечайки, работающие под наружным давлением. Прочностное условие. Проверочный расчет.

Расчет колонных аппаратов. Расчетные усилия от ветровой нагрузки и сейсмического воздействия. Устойчивость и прочность корпуса колонного аппарата.

Основные положения ГОСТ «Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа. Нормы и методы расчета на прочность», ГОСТ «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Определение расчетных усилий для аппаратов колонного типа от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий». Основы конструирования корпусов колонных аппаратов с точки зрения их прочности и устойчивости.

## **МОДУЛЬ 4 «Укрепление отверстий. Фланцевые соединения. Опоры и устройства для строповки аппаратов»**

Способы укрепления отверстий. Технологические штуцера, люки, лазы, смотровые окна и штуцера КИП и А. Расчет укрепления отверстий. Фланцевые соединения.

Типы фланцев и области их применения. Типы прокладок и области их применения. Расчетная схема фланцевого соединения. Конструктивный и проверочный расчеты фланцевого соединения. Техно-экономическое обоснование выбора типа фланца и вида обтюрации.

Конструкции и расчет элементов опор колонных аппаратов. Выбор опор колонных аппаратов по ОСТ «Опоры цилиндрические и конические вертикальных аппаратов. Типы конструкций и размеры».

Конструкции и расчет опор горизонтальных аппаратов - седловых опор. Неподвижные и перемещающиеся опоры. Рекомендации по размещению опор по длине горизонтальных аппаратов. Выбор седловых опор по ОСТ «Опоры седловые

горизонтальных сосудов и аппаратов». Конструкции, размеры, технические требования.

Конструкции и расчет опор вертикальных аппаратов - опорных лап и опорных стоек. Выбор опор по ОСТ «Опоры (лапы, стойки) вертикальных аппаратов. Типы, конструкции и размеры». Конструкции и расчеты строповочных устройств теплоэнергетического оборудования: крюков, цапф, рымов, монтажных штуцеров. Правила размещения строповочных устройств на аппаратах. Основные положения РТМ «Нормы и методы расчета на прочность опорных узлов. Расчет на прочность обечайки аппарата в месте крепления опор-лап и строповых устройств (ушки, крюки)». Основные положения СТ СЭВ «Нормы и методы расчета обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок»

### **МОДУЛЬ 5 «Расчет и конструирование теплообменных аппаратов.**

#### **Расчет элементов оборудования, работающего в условиях динамических колебаний»**

Осевые усилия, возникающие в кожухотрубных теплообменных устройствах от совместного действия внутреннего давления и разности температур корпуса и трубного пучка. Основные способы компенсации термических напряжений. Кожухотрубные теплообменники с линзовыми компенсаторами и их расчет. Размещение и крепление труб в трубных досках. Расчеты на прочность основных деталей и сборочных единиц кожухотрубных теплообменных устройств. Особенности прочностного расчета спиральных и пластинчатых теплообменников.

Основные положения ОСТ «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность элементов теплообменных аппаратов».

Механические колебания элементов теплоэнергетического оборудования. Поперечные, свободные и вынужденные колебания стержней с одной степенью свободы. Поперечные колебания стержней, имеющих две и более степени свободы. Методы определения частоты собственных колебаний конструкций. Виброизоляция оборудования и основы ее конструирования. Критические скорости вращающихся валов. Резонансный характер критических явлений. Самоцентрирование валов. «Жесткие» и «гибкие» валы. Условия виброустойчивости. Влияние различных факторов (осевой силы, гироскопического эффекта, упругости опор) на критическую скорость вала. Способы учета собственной массы вала при определении его критических скоростей для вала с несколькими закрепленными на нем массами. Методика расчета быстровращающихся валов с учетом их главных критериев работоспособности: прочности, жесткости и виброустойчивости. Основные положения РТМ - «Валы вертикальных аппаратов с перемешивающимися устройствами. Методы расчета».

### **МОДУЛЬ 6 «Быстровращающиеся диски и оболочки.**

#### **Элементы медленно-вращающихся барабанных аппаратов»**

Конструкции быстровращающихся валов. Основные понятия и определения. Расчет дисков простейших профилей (постоянной толщины, конического, гиперболического). Анализ напряженного состояния дисков сложного профиля методом двух расчетов. Алгоритмы расчета дисков сложного профиля на ЭВМ. Цилиндрические и конические оболочки центрифуг. Вывод формул для расчета толщины стенки и допускаемой толщины вращения.

Элементы медленно вращающихся и тяжело нагруженных барабанных аппаратов. Устройство вращающихся барабанных аппаратов. Барабан, бандажи, башмаки опорные и опорно-упорные станции, венцовая шестерня. Расчет на прочность обечайки вращающегося барабана. Определение контактных напряжений в бандаже и роликах. Расчет бандажей на изгиб. Выбор конструктивных решений.

### 5.3. Лабораторные работы.

Учебным планом не предусмотрены.

### 5.4. Практические занятия. ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Тематика практических занятий и их трудоёмкость

№	Модули. Цели практического занятия	Примерная тематика практического занятия	Трудоёмк. в часах
1	<b>Модуль 1.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с технико-экономическими показателями и показателями качества тепло-энергетического оборудования.	Расчет производительности и интенсивности отказов оборудования котельных и ТЭС.	10
2	<b>Модуль 2.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с методиками расчета толщины стенок оболочек по безмоментной и моментной теории.	Расчет толщины стенки цилиндрических и сферических обечаек.	4
		Расчет толщин стенок эллиптических, сферических и конических днищ и крышек.	6
3	<b>Модуль 3.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с методиками расчетов элементов колонных аппаратов при различных видах нагрузок	Расчет на прочность элементов цельносварного аппарата, нагруженного внутренним давлением.	4
		Расчет на прочность элементов цельносварного аппарата, нагруженного наружным давлением.	4
		Расчет на прочность элементов в местах сопряжения оболочек (краевая задача).	2
4	<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с методиками расчета укрепления отверстий фланцев, опор и устройств для строповки аппаратов.	Расчет на герметичность и прочность прочностных разъемных соединений (на примере фланцевого соединения).	4
		Расчет укрепления отверстий, выбор опор цельносварного аппарата при различных видах нагрузки.	6
5	<b>Модуль 5.</b> <b>Цель:</b> изучение правил расчета теплообменных аппаратов и элементов оборудования, работающего в условиях динамических колебаний.	Расчет на виброустойчивость, прочность и жесткость вала перемешивающего устройства.	4
		Расчет ротора центрифуги на виброустойчивость.	4
		Конструктивный расчет кожухотрубных теплообменников.	2
6	<b>Модуль 6.</b> <b>Цель:</b> изучение правил расчета	Расчет на прочность быстро-вращающихся дисков простейших	4

	быстровращающихся дисков и оболочек, элементов медленно-вращающихся барабанных аппаратов.	профилей постоянной ширины; конического; гиперболического.	
		Расчет на прочность барабана мельницы, расчет роликов и бандажей барабанных аппаратов. Выбор материалов и анализ напряженного состояния.	6

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Тематика практических занятий и их трудоёмкость

№	Модули. Цели практического занятия	Примерная тематика практического занятия	Трудоёмк. в часах
1	<b>Модуль 1.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с технико-экономическими показателями и показателями качества теплоэнергетического оборудования.	Расчет производительности и интенсивности отказов оборудования котельных и ТЭС.	2
2	<b>Модуль 2.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с методиками расчета толщины стенок оболочек по безмоментной и моментной теории.	Расчет толщины стенки цилиндрических и сферических обечаек.	2
3	<b>Модуль 3.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с методиками расчетов элементов колонных аппаратов при различных видах нагрузок	Расчет на прочность элементов цельносварного аппарата, нагруженного внутренним давлением.	1
		Расчет на прочность элементов цельносварного аппарата, нагруженного наружным давлением.	1
4	<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с методиками расчета укрепления отверстий фланцев, опор и устройств для строповки аппаратов.	Расчет на герметичность и прочность прочностных разъемных соединений (на примере фланцевого соединения)	1
5	<b>Модуль 5.</b> <b>Цель:</b> изучение правил расчета теплообменных аппаратов и элементов оборудования, работающего в условиях динамических колебаний.	Расчет на виброустойчивость, прочность и жесткость вала перемешивающего устройства.	1
		Конструктивный расчет кожухотрубных теплообменников.	1
6	<b>Модуль 6.</b> <b>Цель:</b> изучение правил расчета быстровращающихся дисков и оболочек, элементов медленно-вращающихся барабанных аппаратов.	Расчет на прочность быстровращающихся дисков простейших профилей постоянной ширины; конического; гиперболического. Расчет на прочность барабана мельницы, расчет роликов и бандажей барабанных аппаратов.	1

## 6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости.

### 6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

## 6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим работам, к текущему контролю успеваемости, зачету, экзамену, выполнению курсового проекта.

В рамках дисциплины проводится 13 практических занятий по очной форме обучения и 8 практических занятий по заочной форме обучения, которые оцениваются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждое практическое занятие – 5 баллов, минимальная – 2 балла.

Выполнение всех практических заданий обязательно. В случае пропуска по уважительной причине практического занятия студент выполняет письменный реферат, по согласованной с преподавателем теме по модулю, по которому пропущена практическая работа. Возможная тематическая направленность реферативной работы для каждого учебно-образовательного модуля представлена в следующей таблице:

Таблица 4. Темы рефератов

№ п/п	Модули	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
1.	Модуль 1	Тенденции развития конструктивного оформления теплоэнергетических установок
		Средства и методы энергоресурсосбережения при конструировании оборудования
2.	Модуль 2	Безмоментная теория расчета оболочек.
		Краевая задача (моментная теория расчета оболочек)
3.	Модуль 3	Расчет вертикального колонного аппарата, находящегося под воздействием ветровых и сейсмологических нагрузок
		Расчет на прочность элементов цельносварного аппарата, работающего под вакуумом
4.	Модуль 4	Современные конструкции фланцевых соединений, опор и строповочных устройств оборудования
		Особенности расчета укрепления отверстий
5.	Модуль 5	Современные методики расчета теплообменных аппаратов
		Расчет на износостойкость поверхностей нагрева в современных парогенераторах
6.	Модуль 6	Расчет критической частоты вращения вала насоса с учетом собственной массы.
		Особенности расчета и выбора опор для оборудования с вращающимися элементами

Оценивание в этом случае осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного реферата.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### 7.1. Основная литература

1. Вихман, Г.Л. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов : учебник для вузов / Г.Л. Вихман, С.А. Круглов. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - М. : Машиностроение, 1978. - Текст : непосредственный. - 1 р. 10 к. - (ID=86061-55)
2. Остриков, А.Н. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств : учебник для вузов / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов. - СПб. : ГИОРД, 2003. - 350 с. : ил. - Библиогр. : с. 349 - 350. - ISBN 5-901065-56-5 : 275 р. 50 к. - (ID=15101-12)
3. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств : примеры и задачи : учебное пособие для втузов / М.Ф. Михалев [и др.]; под общей редакцией М.Ф. Михалева. - 2-е изд. ; доп. и испр. - Москва : АРИС, 2010. - 309 с. - Текст : непосредственный. - 610 р. 50 к. - (ID=84449-10)
4. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования : справочник. Т. 1 / А.С. Тимонин; Моск. гос. ун-т инженерной экологии. - 3-е изд. ; испр. - Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2006. - 852 с. : ил. - Библиогр. : с. 846. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89552-043-X : 2150 р. - (ID=58675-12)
5. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования : справочник. Т. 2 / А.С. Тимонин; Моск. гос. ун-т инженерной экологии. - 3-е изд. ; испр. - Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2006. - 1026 с. : ил. - Библиогр. : с. 1017. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89552-026-X : 2150 р. - (ID=58879-12)
6. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования : справочник. Т. 3 / А.С. Тимонин; Моск. гос. ун-т инженерной экологии. - 3-е изд. ; испр. - Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2006. - 966 с. : ил. - Библиогр. : с. 962. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89552-048-0 : 2200 р. - (ID=58880-12)
8. Семейников, С.Д. Проектирование и расчет технологических машин : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / С.Д. Семейников, В.М. Шпынев, Б.Ф. Зюзин; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - 129 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 120. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0351-1 : 83 р. 80 к. - (ID=61247-112)
9. Семейников, С.Д. Проектирование и расчет технологических машин : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / С.Д. Семейников, В.М. Шпынев, Б.Ф. Зюзин; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/61374> . - (ID=61374-1)

### 7.2. Дополнительная литература

1. Соколов, В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств : учебник для вузов для вузов по спец. "Машины и аппараты пищевых производств" / В.И. Соколов. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - М. : Колос, 1992. - 399 с. -

- (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Текст : непосредственный. - 126 р. - (ID=88275-18)
2. Лашинский, А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры : справочник / А.А. Лашинский, А.Р. Толчинский; под ред. Н.Н. Логинова. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - Ленинград : Машиностроение, 1970. - 752 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 4 р. 76 к. - (ID=85992-37)
3. Лашинский, А.А. Конструирование сварных химических аппаратов : справочник / А.А. Лашинский; под ред. А.Р. Толчинского. - Ленинград : Машиностроение. Ленинградское отделение, 1981. - 382 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 1 р. 50 к. - (ID=85990-68)
4. Бондаренко, Е.В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник для студентов вузов по спец. "Автомобили и автомобильное хозяйство" : в составе учебно-методического комплекса / Е.В. Бондаренко, Р.С. Фаскиев. - М. : Академия, 2011. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-6001-9 : 400 р. 40 к. - (ID=75089-31)
5. Леонов, И. В. Теория механизмов и машин. Основы проектирования по динамическим критериям и показателям экономичности : учебник для вузов / И. В. Леонов, Д. И. Леонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 239 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00882-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488587> (дата обращения: 15.11.2022). - (ID=74800-0)
6. Исаев, В. Н. Основы проектирования : учебное пособие для вузов / В. Н. Исаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14474-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496794> (дата обращения: 15.11.2022). - (ID=140949-0)
7. Кольман-Иванов, Э.Э. Машины-автоматы и автоматические линии химических производств : учеб. пособие для вузов спец. 1705000 - Машины и аппараты хим. пр-ва / Э.Э. Кольман-Иванов, Ю.И. Гусев; Моск. гос. ун-т инженерной экологии. - Москва : Московский гос. ун-т инженерной экологии, 2003. - 494 с. : ил. - Библиогр. : с. 485 - 486. - ISBN 5-9513-0024-X : 620 р. - (ID=14839-13)

### 7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины "Конструирование и расчет теплоэнергетического оборудования" направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Профиль: Автономные энергетические системы : ФГОС 3++ / Каф. Торфяные машины и оборудование ; сост. В.В. Шелгунов. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119604> . - (ID=119604-1)

2. Основы расчета и конструирования оборудования пищевых производств : лаб. практикум / сост.: С.Д. Семейников, В.В. Шелгунов, И.В. Сергеев ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. МАХП. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - 41 с. : ил. - Библиогр. в конце работ. - Текст : непосредственный. - 21 р. 20 к. - (ID=22262-97)
3. Гидравлический расчет пленочных колонных аппаратов : метод. указ. для курсового и дипломного проектирования / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. МАХП ; сост.: С.Д. Семейников, В.В. Шелгунов, И.В. Бобров. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - 24 с. : ил. - Библиогр. : с. 23. - Текст : непосредственный. - 11 р. 40 к. - (ID=78366-95)
4. Гидравлический расчет пленочных колонных аппаратов : метод. указ. для курсового и дипломного проектирования / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. МАХП ; сост.: С.Д. Семейников, В.В. Шелгунов, И.В. Бобров. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/78090> . - (ID=78090-1)
5. Расчет и конструирование оборудования технологических процессов : метод. указ. к практ. занятиям для студентов спец. 260601 МАПП и 240801 МАХП / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. МАХП ; сост.: С.Д. Семейников, В.В. Шелгунов, И.В. Бобров. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/74132> . - (ID=74132-1)
6. Расчет и конструирование оборудования технологических процессов : метод. указ. к практ. занятиям для студентов спец. 260601 МАПП и 240801 МАХП / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. МАХП ; сост.: С.Д. Семейников, В.В. Шелгунов, И.В. Бобров. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - 35 с. : ил. - Библиогр. : с. 35. - Текст : непосредственный. - 29 р. 30 к. - (ID=73738-94)
7. Расчет барабанных вакуум-фильтров : метод. указ. для курс. и дипл. проектирования / сост.: С.Д. Семейников, В.В. Шелгунов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. МАХП. - Тверь : ТвГТУ, 2005. - ил. - Сервер. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/58936>. - (ID=58936-1)
8. Расчет барабанных вакуум-фильтров : метод. указ. для курсового и дипломного проектир. / сост.: С.Д. Семейников, В.В. Шелгунов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. МАХП. - Тверь : ТвГТУ, 2005. - 19 с. : ил. - Библиогр. : с. 18. - Текст : непосредственный. - 9 р. 10 к. - (ID=58869-98)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>  
УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119604>

#### **8. Материально-техническое обеспечение.**

При изучении дисциплины «Конструирование и расчет теплоэнергетического оборудования» используются современные средства обучения: наглядные пособия, диаграммы, схемы, презентации.

Возможна демонстрация лекционного материала с помощью мультимедийного проектора.

#### **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

##### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
2. Критерии оценки за экзамен:  
для категории «знать»:  
выше базового – 2;  
базовый – 1;  
ниже базового – 0.  
Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):  
отсутствие умения – 0 балл;  
наличие умения – 2 балла.

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» - при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочными данными, ГОСТами, методическими указаниями по выполнению практических работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

## **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачёта.

Вид промежуточной аттестации устанавливается:

по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

3. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при условии выполнения им курсового проекта, практических работ).

## **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта**

1. Шкала оценивания курсового проекта - «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсового проекта:

1) Расчет на прочность элементов парового (водогрейного) котла.

2) Расчет на прочность и устойчивость элементов кожухотрубного теплообменника.

3) Расчет на виброустойчивость, прочность и жесткость вала перемешивающего устройства.

Каждому обучающемуся выдаётся индивидуальное задание в котором указывается тип (марка) котла, вид топлива, расчетные характеристики. Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект курсового проекта на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

Курсовой проект может являться этапом подготовки к написанию выпускной квалификационной работы.

4. Критерии оценки качества выполнения, как по отдельным разделам курсового проекта, так и работы в целом.

Разделы курсового проекта по дисциплине «Конструирование и расчет теплоэнергетического оборудования»:

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
	Нормативные ссылки	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Термины и определения	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературы и нормативных документов по теме курсового проекта)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Расчетная часть ( Соответствующий заданию расчет котла и его элементов)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
3	Подбор вспомогательного оборудования (при необходимости)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Приложения (при необходимости)	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Графическая часть (чертежи): 1. Технологическая схема котельной установки-ф.А1; 2. чертеж котла (СБ или ВО)-ф.А1.	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовой проект:

«отлично» – при сумме баллов от 30 до 36;

«хорошо» – при сумме баллов от 24 до 29;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 18 до 23;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов меньше 18, а также при любой другой сумме, если по разделам «Общая часть», «Расчетная часть» или «Графическая часть» работа имеет 0 баллов.

5. Методические материалы, определяющие процедуру выполнения и представления проекта и технологию его оценивания.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа.

Курсовой проект состоит из титульного листа, содержания, нормативных ссылок, терминов, определений, сокращений, введения, общей части, расчетной части, заключения, списка использованных источников, приложений и чертежей. Текст должен быть структурирован, содержать рисунки и таблицы. Рисунки и таблицы должны располагаться сразу после ссылки на них в тексте таким образом, чтобы их можно было рассматривать без поворота курсового проекта. Если это сложно, то допускается поворот по часовой стрелке.

Если таблицу приходится переносить на следующую страницу, то помещают слова: «продолжение табл.» с указанием номера справа, графы таблицы пронумеровывают и повторяют их нумерацию на следующей странице. Заголовок таблицы не повторяют.

Раздел «Нормативные ссылки» должен начинаться с фразы «В настоящей курсовой работе использованы ссылки на следующие нормативные документы», после которой следует перечень используемых в курсовой работе нормативных документов в иерархическом порядке (Федеральные законы, ТР, ТРТС, подзаконные акты Правительства РФ, ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ, СТО и т.д.).

Раздел «Термины и определения» должен начинаться с фразы «В настоящей курсовой работе используются следующие термины с соответствующими определениями», после которой приводятся основные использованные в курсовом проекте определения в алфавитном порядке с указанием источника.

Раздел «Сокращения» включается в работу в том случае, если по тексту работы их представлено более десяти.

Во введении необходимо отразить актуальность темы исследования, цель и задачи курсового проекта. Объем должен составлять 2-3 страницы.

Общая часть должна содержать обзор актуальных литературных и нормативных источников выбранного объекта курсового проекта.

В расчетной части необходимо отразить: методики расчетов, расчетные схемы, требования нормативных документов необходимые для выполнения поставленного задания.

При подборе вспомогательного оборудования должны быть выполнены расчеты его режимных параметров, которые обеспечат надежную работу котельной установки в целом.

В заключении необходимо раскрыть особенности отображения в курсовой работе поставленных задач. Объем должен составлять 1-2 страницы.

Список использованных источников должен содержать не менее 10 наименований (книг, журналов, газет, сборников стандартов, патентов, электронных ресурсов и др.).

В приложениях приводятся копии или выписки из патентов и нормативных документов, использованных для выполнения работы.

Дополнительные процедурные сведения:

а) Студенты выбирают тему для курсового проекта самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение первых двух недель обучения. К середине семестра на проверку представляется общая часть курсового проекта, за две недели до защиты – окончательный вариант.

б) проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки курсового проекта и ее оценку. Оценка проставляется в зачётную книжку обучающегося и ведомость для курсового проекта. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита проекта перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

в) защита курсового проекта проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

г) работа не подлежит обязательному рецензированию.

В процессе выполнения обучающимся курсового проекта руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Оптимальный объем курсового проекта 30-50 страниц машинописного текста (не включая приложения), набранного 12-14 шрифтом через 1.5 интервала на листах формата А4 с одной стороны. Графическая часть должна включать два чертежа формата А1. Обе части проекта (текстовая и графическая) выполняются согласно требованиям ЕСКД.

Источники использованной литературы должны оформляться согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Список источников следует составлять в порядке упоминания их в тексте. Ссылки на источники должны приводиться по тексту в квадратных скобках.

Нумерация страниц курсового проекта должна быть сквозной. Первой страницей является титульный лист, на нем номер страницы не ставится, второй - содержание и т.д. Номер страницы проставляется арабскими цифрами снизу страницы, посередине. Приложения необходимо включать в сквозную нумерацию.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с возможностью получения зачета, экзамена по результатам текущей успеваемости, выполнению задач практических занятий, а также планом выполнения курсового проекта.

Задание студентам на курсовой проект выдается на 2 неделе семестра по очной форме обучения, на установочной сессии по заочной форме обучения.

В учебном процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к практическим занятиям, к выполнению курсового проекта, а также всех видов самостоятельной работы.

#### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программ дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Тверской государственный технический университет»**

Направление подготовки бакалавров-13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Профиль " Автономные энергетические системы "

Кафедра «Технологические машины и оборудование»

Дисциплина «Конструирование и расчет теплоэнергетического оборудования»

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0, или 1, или 2 балла

Конструктивное совершенствование оборудования в теплоэнергетике.  
Тенденции развития конструктивного оформления теплоэнергетических установок.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла

Вывод уравнений для расчета толщин стенок эллиптических, сферических и конических днищ и крышек.

3. Задание для проверки уровня «ВЛАДЕТЬ» – 0 или 2 балла

Основные положения ГОСТ «Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа.  
Нормы и методы расчета на прочность»

#### **Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент кафедры ТМО

В.В. Шелгунов

Заведующий кафедрой ТМО, д.т.н., профессор

Б.Ф. Зюзин