

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 14 » ноября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Техника и технологии производства тепловой энергии и защиты окружающей среды  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 324 (9)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 08.03.01 Строительство  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Строительство (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Приобретение знаний об основных принципах устройства и расчета теплогенерирующих установок для производства пара и горячей воды в централизованных и автономных системах теплоснабжения коммунальных потребителей и промышленных предприятий. Ознакомление студентов с техникой защиты окружающей среды населенных мест; формирование у студентов умений и навыков, необходимых для расчета и проектирования систем техники защиты окружающей среды.

- изучение законов теплопередачи и гидравлики применительно к теплогенерирующим установкам, методик расчета, подбора, анализа работы теплогенерирующих установок; способов регулирования с учетом конкретных условий работы; изучение нормативной базы в области проектирования, строительства и эксплуатации систем техники защиты окружающей среды, методов проектирования сооружений техники защиты окружающей среды;

- формирование умения квалифицированно выполнять расчет и подбор теплогенерирующих установок для работы в системах теплоснабжения; планировать инженерно-экологические изыскания, проектировать системы техники защиты окружающей среды с использованием стандартных прикладных расчетных и графических программных пакетов;

- формирование навыков владения методами и приемами разработки эффективных решений при проектировании теплогенерирующих установок, оценки возможных положительных и отрицательных социальных, экономических, экологических последствий принимаемых технических решений, проектирования и расчета установок с использованием современных методов и средств вычислительной техники; проектирования и расчета систем техники защиты окружающей среды современными методами, формирование способности проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных расчетов систем техники защиты окружающей среды.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Энергетическое топливо, конструкции горелочных устройств для сжигания газообразного, жидкого и твердого топлива, конструкции теплогенерирующих установок централизованных и автономных систем теплоснабжения, устройства и системы техники защиты окружающей среды от техногенных воздействий в том числе при выработке энергии; сооружения объектов, относящихся к технике защиты окружающей среды.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.11	ИД-1пк-2.11	Знает нормативно-техническую документацию по проектированию ТГУ; технические требования к смежным системам, конструкциям; правила оформления проектной и рабочей документации по ВИС; профессиональные компьютерные программные средства для проектирования ВИС; требования охраны труда.	Знает нормативно-техническую документацию по проектированию внутренних инженерных систем (ВИС); технические требования к смежным системам, конструкциям; правила оформления проектной и рабочей документации по ВИС; профессиональные компьютерные программные средства для проектирования ВИС; требования охраны труда.	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.11	ИД-2пк-2.11	Умеет осуществлять анализ содержания проектных задач, выбирать методы и средства их решения; осуществлять и обосновывать выбор типовых проектных решений элементов и узлов ВИС в соответствии с функциональными, технологическими, санитарными требованиями, установленными заданием на проектирование; выполнять технические расчеты элементов и узлов ВИС; осуществлять расчеты и подбор оборудования, выбор места размещения оборудования, теплопроводов и дымоходов; выполнять расчет технико-экономических показателей разрабатываемых технических решений элементов и узлов ВИС; определять допустимые варианты изменений разрабатываемых	Умеет осуществлять анализ содержания проектных задач, выбирать методы и средства их решения; осуществлять и обосновывать выбор типовых проектных решений элементов и узлов ВИС в соответствии с функциональными, технологическими, санитарными требованиями, установленными заданием на проектирование; выполнять технические расчеты элементов и узлов ВИС; осуществлять расчеты и подбор отопительного и вентиляционного оборудования, оборудования для систем кондиционирования воздуха и холодильного оборудования, выбор места размещения оборудования, теплопроводов и воздухопроводов; выполнять расчет технико-экономических показателей разрабатываемых	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		технических решений элементов и узлов ВИС при согласовании с другими решениями в проектной документации.	технических решений элементов и узлов ВИС; определять допустимые варианты изменений разрабатываемых технических решений элементов и узлов ВИС при согласовании с другими решениями в проектной документации; использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе программное обеспечение для разработки технических решений элементов и узлов ВИС.	
ПК-2.11	ИД-3пк-2.11	Владеет навыками анализа типовых проектных решений элементов и узлов ВИС; разработки вариантов технических решений элементов и узлов ВИС; проведения технических расчетов разрабатываемых элементов и узлов ВИС; согласования разрабатываемых технических решений элементов и узлов ВИС с другими решениями в проектной документации; разработки рабочих чертежей по утвержденным техническим решениям элементов и узлов ВИС.	Владеет навыками анализа типовых проектных решений элементов и узлов ВИС; разработки вариантов технических решений элементов и узлов ВИС; проведения технических расчетов разрабатываемых элементов и узлов ВИС; согласования разрабатываемых технических решений элементов и узлов ВИС с другими решениями в проектной документации; разработки рабочих чертежей по утвержденным техническим решениям элементов и узлов ВИС.	Курсовой проект
ПК-2.12	ИД-1ПК-2.12	Знает правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов; правила и стандарты системы контроля (менеджмента) качества проектной организации; требования	Знает правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов; правила и стандарты системы контроля (менеджмента) качества проектной организации; требования нормативных правовых актов,	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>нормативных правовых актов, нормативно-технических документов по проектированию и строительству теплогенерирующих установок; номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте ТГУ; профессиональные компьютерные программные средства; стандарты делопроизводства (классификация документов, порядок оформления, регистрации).</p>	<p>нормативно-технических документов по проектированию и строительству внутренних и наружных газопроводов и газоиспользующего оборудования; номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем газоснабжения; профессиональные компьютерные программные средства; стандарты делопроизводства (классификация документов, порядок оформления, регистрации).</p>	
ПК-2.12	ИД-2ПК-2.12	<p>Умеет применять требования нормативно-технических документов в области проектирования и строительства теплогенерирующих установок для подготовки проектной документации на отдельные узлы и элементы; применять профессиональные компьютерные программные средства и имеющуюся информацию для подготовки проектной документации на отдельные узлы и элементы внутренних и наружных газопроводов и газоиспользующего оборудования; применять профессиональные</p>	<p>Умеет применять требования нормативно-технических документов в области проектирования и строительства внутренних и наружных газопроводов и газоиспользующего оборудования для подготовки проектной документации на отдельные узлы и элементы; применять профессиональные компьютерные программные средства и имеющуюся информацию для подготовки проектной документации на отдельные узлы и элементы внутренних и наружных газопроводов и газоиспользующего оборудования; применять профессиональные компьютерные</p>	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		компьютерные программные средства для оформления экспликаций и спецификаций; пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью "Интернет"; выполнять чертежи без использования компьютера.	программные средства для оформления экспликаций и спецификаций; пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью "Интернет"; выполнять чертежи без использования компьютера.	
ПК-2.12	ИД-ЗПК-2.12	Владеет навыками компоновки и разбивки чертежа для выполнения отдельных узлов и элементов ТГУ; выбора масштаба для выполнения отдельных узлов и элементов генерирующих установок; привязки типовых решений отдельных элементов, узлов и деталей ; сверки копий проектных документов ТГУ; сдачи комплекта разработанной документации в архив; внесения изменений в разработанную документацию ; составления экспликаций и спецификаций по разработанным чертежам.	Владеет навыками компоновки и разбивки чертежа для выполнения отдельных узлов и элементов внутренних и наружных газопроводов и газоиспользующего оборудования; выбора масштаба для выполнения отдельных узлов и элементов внутренних и наружных газопроводов и газоиспользующего оборудования; вычерчивания отдельных узлов крепления и установки внутренних и наружных газопроводов и газоиспользующего оборудования; вычерчивания элементов, узлов и деталей газопроводов; привязки типовых решений отдельных элементов, узлов и деталей газопроводов; сверки копий проектных документов на внутренние и наружные газопроводы; сдачи комплекта разработанной документации в архив; внесения изменений в разработанную документацию на внутренние и наружные газопроводы; составления экспликаций и спецификаций по	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			разработанным чертежам.	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	126	54	72
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	40	16	24
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	82	36	46
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	162	90	72
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	324	180	144

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические основы работы основного оборудования теплогенерирующей установки	10	0	28	50
Энергетическое топливо и его квалификация. Состав и теплотехнические характеристики топлива. Расчет характеристик топлива. Теплотехнические расчеты процессов горения топлива Теоретически необходимое количество воздуха для горения топлива. Расчет продуктов сгорания топлива. Коэффициенты избытка и присосов воздуха в газовом тракте. Энтальпия продуктов сгорания. Горелочные устройства и поверхности нагрева теплогенерирующих установок Тепловой баланс теплогенерирующей установки. Процессы теплообмена в теплогенерирующих установках. Устройство паровых и водогрейных котлов.				
Вспомогательное оборудование. Правила эксплуатации тепло-генерирующих установок	6	0	8	40
Конвективные поверхности нагрева теплогенерирующих установок. Водоподготовка для теплогенерирующих установок. Коррозия и загрязнение поверхностей нагрева. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, сосудов работающих под давлением и трубопроводов пара и воды.				
ИТОГО по 6-му семестру	16	0	36	90
7-й семестр				
Охрана воздушного бассейна	10	0	16	36
Естественные циклы углерода и кислорода. Круговорот азота. Выбросы в атмосферный воздух, их классификация и параметры. Распространение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Управление качеством окружающей среды. Инженерно-экологические изыскания. Техника защиты атмосферного воздуха.				
Техника защиты окружающей среды	14	0	30	36
Загрязнение вод. Классификация вод, сточных вод и методов их очистки. Удаление взвешенных частиц из сточных вод. Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагуляция и флокуляция. Сорбция. Химические методы очистки сточных вод. Биологическая очистка сточных вод. Защита литосферы от промышленных загрязнений. Отходы. Обращение с отходами производства и потребления. Методы размещения, подготовки и переработки отходов.				
ИТОГО по 7-му семестру	24	0	46	72



ИТОГО по дисциплине	40	0	82	162
---------------------	----	---	----	-----

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет процессов горения топлива
2	Определение необходимых объемов воздуха и продуктов горения топлива
3	Расчет энтальпии дымовых газов
4	Расчет теплового баланса
5	Определение потерь и коэффициента полезного действия
6	Расчет и подбор оборудования водоподготовки и деаэрации воды
7	Тепловой расчет котла
8	Аэродинамический расчет газоходов
9	Конструкторский и поверочный расчет водяного экономайзера
10	Построение диаграмм
11	Расчет автономных теплогенераторов
12	Правила устройства и безопасной эксплуатации котельных устано-вок и трубопроводов горячей воды и пара
13	Инвентаризация выбросов
14	Выбор параметров для расчета рассеивания
15	Компьютерные методы моделирования рассеивания вредных выбросов в атмосфере. Экологические изыскания
16	Методы очистки газовых выбросов
17	Водопотребление и водоотведение предприятия. Наиболее рас-пространенные методы очистки сточных вод – схемы принци-пы работы
18	Наиболее распространенные методы химической очистки сточных вод. Схемы, принципы работы
19	Схемы установок и оборудования для коагуляции, флокуляции, адсорбции и абсорбции.
20	Биологические очистные сооружения и их состав
21	Подготовка осадков сточных вод к их утилизации
22	Методы и установки для переработки отходов

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Теплогенерирующие установки централизованных и автономных систем теплоснабжения

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Делягин Г. Н. Теплогенерирующие установки : учебник для вузов / Г. Н. Делягин, В. Н. Лебедев, Б. А. Пермяков. - Москва: Стройиздат, 1986.	13
2	Коробкин В. И. Экология и охрана окружающей среды : учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. - Москва: КНОРУС, 2019.	5
3	Теплогенерирующие установки : учебник для вузов / Г. Н. Делягин [и др.]. - Москва: БАСТЕТ, 2010.	17
4	Экология : учебное пособие для вузов / А. В. Тотай [и др.]. - Москва: Юрайт, 2012.	2
<b>2. Дополнительная литература</b>		

<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Ветошкин А. Г. Основы инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. - Москва Вологда: Инфра-Инженерия, 2019.	2
2	Ветошкин А. Г. Теоретические основы защиты окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. - М.: Высш. шк., 2008.	5
3	Нусс С. В. Энергетические установки : учебное пособие / С. В. Нусс. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	28
4	Сидельковский Л. Н. Котельные установки промышленных предприятий : учебник для вузов / Л. Н. Сидельковский, В. Н. Юренев. - Москва: БАСТЕТ, 2009.	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. Я. И. Вайсмана. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014 - .	1
2	Известия Российской академии наук. Энергетика : журнал / Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления. - Москва: Наука, 1963 - .	1
3	Промышленная энергетика : производственно-технический журнал / ЕЭС России; Единый энергетический комплекс; Энергопрогресс; Российское научно-техническое общество энергетиков и электротехников. - Москва: Энергопрогресс, 1944 -1953, 1956 - .	1
4	Трубопроводы и экология : журнал. - Москва: , Стройполимер, , 1997 - . 2008, № 1.	1
5	Экология и промышленность России : общественный научно-технический журнал / Российская академия наук ; Московский государственный институт стали и сплавов (Технологический университет) ; ЗАО Калвис. - Москва: Калвис, 1996 - .	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Свод правил по проектированию и строительству : СП 31-107-2004. Архитектурно-планировочные решения многоквартирных жилых зданий. - М.: Госстрой России, 2005.	1
2	СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП П-35-76, 2017	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Елистратов С. Л. Котельные установки и парогенераторы : учеб. пособие / Елистратов С. Л., Шаров Ю. И. - Новосибирск: НГТУ, 2017.	1
2	Эстеркин Р. И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие для техникумов / Р. И. Эстеркин. - Москва: Интеграл, 2011.	6
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Роддатис К. Ф. Котельные установки : учебное пособие для вузов / К. Ф. Роддатис. - Москва: Энергия, 1977.	29
2	Соколов Б.А. Котельные установки и их эксплуатация : учебное пособие для средних специальных учебных заведений / Б.А. Соколов. - М.: Academia, 2008.	10

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Соколов, Б.А. Котельные установки и их эксплуатация. Учебник / Б.А. Соколов. - М.: Академия (Academia), 2011. - 513 с.	<a href="https://bookree.org/reader?file=490101">https://bookree.org/reader?file=490101</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование. Эстеркин Р.И. 1989	<a href="http://books.totalarch.com/n/1571">http://books.totalarch.com/n/1571</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Палей, Ефим Нормативные требования и практические рекомендации при проектировании котельных / Ефим Палей. - М.: Питер, 2014.	<a href="https://energy-gk.ru/file/services/1/practical.pdf">https://energy-gk.ru/file/services/1/practical.pdf</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Сидельковский Л.Н. Юрнев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов.- 3-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1988. - 528с.	<a href="https://dwg.ru/dnl/3380">https://dwg.ru/dnl/3380</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	WinRAR (лиц№ 879261.1493674)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	AutoCAD Design Suite Ultimate, академическая лиц., Education Network 3000 concurrent users, ПНИПУ ОЦНИТ 2019

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	Ноутбук	1
Лекция	Ноутбук, проектор, экран	1
Практическое занятие	Ноутбук, проектор, экран	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Техника и технологии производства тепловой энергии и защиты  
окружающей среды»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление:</b>	08.03.01 – Строительство
<b>Профиль программы бакалавриата:</b>	«Теплогазоснабжение и вентиляция»
<b>Квалификация выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	«Теплогазоснабжение, вентиляция и водоснабжение, водоотведение»
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс:** 3,4

**Семестр:** 6,7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 9 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 324 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 6 семестр, диф.зачёт-7 семестр, курсовой проект-6 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Техника и технологии производства тепловой энергии и защиты окружающей среды» является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины (РПД). Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

## **1 Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (6 и 7-го семестров учебного плана) и разбито на 2-е раздела. В дисциплине предусмотрены: аудиторные лекционные, практические и лабораторные занятия, КСР и самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенции *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических (индивидуальных) заданий, сдаче реферата и экзамена. Виды контроля сведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

<b>Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения</b>	<b>Вид контроля</b>			
	<b>Текущий</b>	<b>Рубежный</b>		<b>Промежуточный</b>
	<b>С/ТО</b>	<b>Р</b>	<b>ПЗ/КР/ИЗ</b>	<b>Экзамен/диф. зачёт</b>
<b>Усвоенные знания</b>				
<i>Знать</i> нормативно-техническую документацию по проектированию внутренних инженерных систем (ВИС), по отдельным узлам и элементам внутренних и наружных газопроводов и газоиспользующего оборудования, по отдельным узлам и элементам, планам и профилям трасс тепловой сети; технические требования к смежным системам, конструкциям; правила оформления проектной и рабочей документации по	С/ТО		КР1, КР2, КР3, КР4	ТВ

системам; профессиональные компьютерные программные средства для проектирования систем; требования охраны труда при работе с системами; документацию по монтажу, наладке и управлению процессом эксплуатации трубопроводов и оборудования систем ТГВ.				
<b>Освоенные умения</b>				
<i>Уметь</i> осуществлять анализ содержания проектных задач, выбирать методы и средства их решения; осуществлять и обосновывать выбор типовых проектных решений элементов и узлов систем в соответствии с функциональными, технологическими, санитарными требованиями, установленными заданием на проектирование; выполнять технические расчеты элементов и узлов систем; осуществлять расчеты и подбор оборудования для систем, выбор места размещения оборудования, теплопроводов и воздухопроводов; выполнять расчет технико-экономических показателей разрабатываемых технических решений элементов и узлов систем; определять допустимые варианты изменений разрабатываемых технических решений элементов и узлов систем при согласовании с другими решениями в проектной документации; использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе программное обеспечение для разработки технических решений элементов и узлов систем; осуществлять организацию и выполнение работ по монтажу, наладке и эксплуатации трубопроводов и оборудования систем ТГВ.		Р	ПЗ (ИЗ)	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>				
<i>Владеть навыками</i> анализа типовых проектных решений элементов и узлов систем; разработки вариантов технических решений элементов и узлов систем; проведения технических расчетов разрабатываемых элементов и узлов систем; согласования разрабатываемых технических решений элементов и узлов систем с другими решениями в проектной документации; разработки рабочих чертежей по утвержденным техническим решениям элементов и узлов систем; организации и выполнения типовых работ по монтажу, наладке и эксплуатации трубопроводов и оборудования систем ТГВ.		Р	ПЗ (ИЗ) КПр	

*С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; Р – реферат; ПЗ - практическое задание, КПр - курсовой проект*

*КР – контрольная работа, ИЗ – индивидуальное задание, ТВ – теоретический вопрос.*



Итоговой оценкой результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена в 6 семестре, и дифференцированного зачёта в 7 семестре, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

### **1.1 Формируемые части компетенций**

Согласно КМВ ОПОП при изучении учебной дисциплины «Техника и технологии производства тепловой энергии и защиты окружающей среды» формируются следующие *дисциплинарные части* компетенций:

**ПК-2.11** Способен разрабатывать технические решения элементов и узлов систем ТГВ;

**ПК-2.12** Способен подготовить проектную документацию по отдельным узлам и элементам внутренних и наружных газопроводов и газоиспользующего оборудования.

## **2 Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

### **2.1 Текущий контроль**

Текущий контроль для оценивания компонента «**знать**» дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме выполнения индивидуального практического задания. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в рабочую тетрадь преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2 Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания освоенных **умений** дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты практических заданий (ПЗ-1- ПЗ-6).

Рубежный контроль для комплексного оценивания приобретенных **владений** дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты практических заданий (ПЗ) и выполнения курсового проекта.

#### **2.2.1 Защита курсового проекта**

Курсовой проект - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой расчетно-пояснительную записку и графическую часть. Типовая тема проекта - Разработка тепловой схемы отопительной котельной.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание курсового проекта. Защита курсового проекта проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Шкала и критерии оценки защиты курсовых проектов .

<b>Балл</b>	<b>Уровень освоения</b>	<b>Критерии оценивания уровня освоенных знаний</b>
5	Максимальный уровень	<i>Тема проекта полностью соответствует выданному заданию преподавателем. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в методах проектирования, раскрывает суть использованных принципов расчетов. Проект выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на контрольные вопросы по теме, испытывая небольшие затруднения. Суть использованных принципов расчетов раскрыта не полностью. Проект выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на контрольные вопросы не раскрыв сути использованных методов проектирования. Качество оформления не соответствует предъявляемым требованиям.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не представил курсовой проект.</i>

### **2.2.2 Защита практических работ**

Всего запланировано: раздел 1 – 18 практических работ; раздел 2-23 практических работы. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Шкала и критерии оценивания уровня освоенных умений приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 Шкала и критерии оценки защиты практической работы при оценивания уровня освоенных умений

<b>Балл</b>	<b>Уровень освоения</b>	<b>Критерии оценивания уровня освоенных умений</b>
5	Максимальный уровень	<i>Задание по практической работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Задание по практической работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к практической работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к практической работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в практической работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания практической работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Шкала и критерии оценивания уровня освоенных владений приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 Шкала и критерии оценки защиты практической работы при оценивании уровня освоенных владений

<b>Балл</b>	<b>Уровень освоения</b>	<b>Критерии оценивания уровня освоенных владений</b>
5	Максимальный уровень	<i>Задание по практической работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Задание по практической работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к практической работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к практической работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в практической работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания практической работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

Результаты защиты практических работ по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.3 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условием аттестации является успешная сдача всех практических работ и положительная оценка защиты курсового проекта. Промежуточная аттестация, согласно РПД, по первому разделу дисциплины в 6 семестре проводится в виде экзамена, по второму разделу в 7 семестре в виде дифференцированного зачёта.

### 3 Критерии оценивания уровня сформированности дисциплинарных компетенций.

#### 3.1 Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

#### 3.2 Оценочный лист

Оценочный лист промежуточной аттестации в виде экзамена является инструментом для оценивания преподавателем уровня освоения компонентов контролируемых дисциплинарных компетенций путём агрегирования оценок, полученных студентом в результате *текущей и рубежной успеваемости* студента. Заполняя все позиции оценочного листа, преподаватель выставляет частные оценки по результатам текущей и рубежной успеваемости студента.

В оценочный лист включаются:

1. Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания.
2. Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.
3. Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 3-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций. Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности дисциплинарных компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Оценка уровня сформированности компетенций для каждого результата обучения			Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций	Итоговая оценка за промежуточную аттестацию
знания	умения	владения		
5	4	5	4.67	<i>отлично</i>
3	3	3	3.0	<i>хорошо</i>
3	4	3	3.33	<i>удовлетворительно</i>
2	3	3	2.67	<i>неудовлетворит</i>

				<i>ельно</i>
4	4	2	3.33	<i>неудовлетворит ельно</i>

**Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета** - «отлично» – средняя оценка  $\geq 4,5$  и нет ни одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций;

«хорошо»- средняя оценка  $\geq 3,7$  и нет ни одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций;

«удовлетворительно» средняя оценка  $\geq 3,0$  и нет ни одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций;

«неудовлетворительно»- не выполнено условие для получения оценки «удовлетворительно».

## Приложение 1 Форма билета для экзамена

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)

**08.03.01 «Строительство»**  
*Профиль Теплогазоснабжение и вентиляция*  
*Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция и*  
*водоснабжение, водоотведение»*

Дисциплина «Техника и технологии производства тепловой энергии и защиты  
окружающей среды»

### БИЛЕТ № 5

1. Определение теоретически необходимого количества воздуха для сгорания газообразного топлива (*контроль знаний*)
2. Расчет продуктов сгорания газообразного топлива (*контроль умений*)
3. Деаэрация воды в атмосферных деаэраторах. Принцип расчета и подбора оборудования для деаэрации воды (*контроль умений и владений*)

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.Н. Мальцев

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

О.И. Ручкина

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

## Приложение 2. Перечень вопросов для дифференцированного зачета

№ вопроса	Вопрос
1	Функции биосферы. Основные понятия теории В.И. Вернадского
2	Естественные циклы углерода и кислорода
3	Круговорот азота
4	Схема взаимодействия компонентов биогеоценоза. Интегральная характеристика элементарного природного ландшафта
5	Антропогенные факторы и природно-технические геосистемы
6	Что такое атмосфера (определения). Слои атмосферы (по высоте).
7	Понятие «Примесь в атмосфере». Основные виды примесей и их источники. Понятия «Загрязнение атмосферы», «Источники загрязнения атмосферы». Основные загрязняющие вещества. Промышленные выбросы
8	Понятие «Выброс вещества», основные характеристики источников выбросов. Понятия «источник выброса» или «источник загрязнения атмосферы», источник выделения загрязняющих веществ. В чем различие понятий.
9	Понятие ПДК, виды ПДК, для чего применяется понятие ПДК при охране воздушного бассейна.
10	Нормативно – правовое обеспечение в области охраны воздушного бассейна.
11	Что такое инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Этапы процедуры инвентаризации. Получение необходимой информации об источниках выделения загрязняющих веществ – точечных, площадных, линейных
12	Классификация вредных веществ по агрегатному состоянию. Классификация основных газообразных и жидких загрязняющих веществ по химическому составу. Классификация твердых загрязняющих веществ по содержанию вредных примесей. Классификация вредных веществ по четырем классам опасности
13	Распространение вредных веществ в атмосфере, гидросфере, литосфере. Влияние климатологических факторов на загрязнение окружающей среды. Инверсии. Смоги
14	Парогазовые выбросы. Аэрозольные выбросы. Взаимодействие между компонентами и фазами аэрозоля
15	Общие правила расчета выбросов. Расчет выбросов пыли от неорганизованных источников. Расчет выбросов от котельной
16	Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий- ОНД-86. Цель ее применения. Классы источников выбросов в зависимости от высоты $H$ устья источника выброса вредного вещества над уровнем земной поверхности. Привести примеры
17	Расчет безразмерной суммарной концентрации $q$ или приведение значений концентраций $n$ вредных веществ, обладающих суммацией вредного действия, к значению концентрации одного из них. Определение расхода газовойоздушной смеси

<b>№ вопроса</b>	<b>Вопрос</b>
18	Формула максимального значения приземной концентрации вредного вещества См (мг/м <sup>3</sup> ) при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем.
19	Проект ПДВ. Назначение. Содержание и разработка..
20	Основная идея нормирования выбросов загрязняющих веществ. Платежи за загрязнение атмосферного воздуха.
21	Неблагоприятным метеосоусловия (НМУ).
22	Геоэкологические изыскания. Цель, объекты изысканий, программа изысканий, исполнители.
23	Контроль и мониторинг. Программа мониторинга атмосферного воздуха. Мониторинг выбросов загрязняющих веществ на источниках выбросов и мониторинг приземного слоя атмосферного воздуха.
24	Классификация методов и средств очистки выбросов в атмосферный воздух.
25	Сухие методы очистки газов. Пылеосадительные камеры. Инерционные пылеуловители.
26	Жалюзийные аппараты. Циклоны. Принципы работы. Конструкции. Достоинства и недостатки.
27	Вихревые пылеуловители (соплового и лопаточного типа). Достоинства и недостатки вихревых пылеуловителей по сравнению с циклонами. Динамические пылеуловители.
28	Очистка газов в фильтрах. Виды фильтрующих перегородок
	Классификация фильтров. Тканевые фильтры. Волокнистые фильтры. Двухступенчатые или комбинированные фильтры.
29	Зернистые фильтры. Насадочные (насыпные) фильтры
30	Электрофильтры. Назначение. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
31	Очистка газов в мокрых пылеуловителях. Их достоинства и недостатки.
32	Классификация мокрых пылеуловителей. Виды поверхностей контакта в мокрых пылеуловителях.
33	Полые газопромыватели (скрубберы). Газопромыватели с подвижной насадкой. Назначение, конструкция, принцип действия, достоинства и недостатки.
34	Загрязнение природных вод поверхностными, бытовыми и промышленными стоками.
35	Классификация вод по качеству. Классификация технологических вод . Классификация сточных вод. Классификация химических загрязнителей воды.
36	Балансовая схема предприятия. Условие выпуска сточных вод в проточный и непроточный водоем.
37	Мероприятия по сохранению и восстановлению чистоты водоемов.
38	Классификация методов очистки сточных вод.
39	Удаление взвешенных частиц из сточных вод. Процеживание и отстаивание. Песколовки. Отстойники (горизонтальные,



<b>№ вопроса</b>	<b>Вопрос</b>
	вертикальные, радиальные отстойники.
40	Трубчатые и пластинчатые отстойники. Осветлители.
41	Химические методы очистки сточных вод. Нейтрализация смешением, путем добавления реагентов. Окисление. Озонирование. Достоинства, недостатки, схемы установок.
42	Физико-химические методы очистки сточных вод. Преимущества и недостатки. Флотация.
43	Сорбция.
44	Ионный обмен.
45	Коагуляция и флокуляция.
46	Биологическая очистка сточных вод. Назначение. Достоинства и недостатки.
47	Гетеротрофы и автотрофы. Аэробное окисление. Анаэробное восстановление.
48	Основные показатели биологической очистки сточных вод, БПК и его виды.
49	Очистка сточных вод в искусственных сооружениях. Аэротэнки, биофильтры. Активный ил и биопленки.
50	Поля фильтрации. Поля орошения. Биологические пруды.
51	Очистка сточных вод в искусственных сооружениях.
52	Классификация осадков сточных вод.
53	Подготовка и обезвреживание осадков БОС. Кондиционирование осадков
54	Жидкофазное окисление, обезвоживание осадков БОС.
55	Термические методы обработки осадков БОС. Сжигание осадков.
56	Понятие «отходы производства и потребления». Классификация отходов. Опасные свойства отходов. Паспорт отходов. ФККО, ГРОРО.
57	Законодательная база по обращению с отходами производства и потребления. ПНООЛР. Лимиты на размещение отходов.
58	Твердые промышленные и бытовые отходы. Их размещение. Полигоны.
59	Методы подготовки и переработки твердых отходов: уменьшение размеров частиц , укрупнение частиц , обогащение, классификация и сортировка, выщелачивание(в экстагенте), смешение, растворение-кристаллизация, термические методы
60	Захоронение и хранение отходов. Полигоны. Накопители жидких однофазных стоков. Накопители двухфазных стоков.

Составитель

\_\_\_\_\_

Н.В. Костылева