



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
***ЭНЕРГЕТИКА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	4

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Теплотехнических и энергетических систем  
11.02.2020, протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:  
ст. преподаватель кафедры ТиЭС

\_\_\_\_\_ М.С. Соколова

Рецензент:  
зам.начальника ЦЭСТ ПАО "ММК", канд. техн.наук

\_\_\_\_\_ В.Н. Михайловский



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
***ЭНЕРГЕТИКА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	4

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем  
11.02.2020, протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:  
ст. преподаватель кафедры ТиЭС, \_\_\_\_\_ М.С. Соколова

Рецензент:  
зам. нач. ЦЭСТ ПАО "ММК" , канд. техн. наук \_\_\_\_\_ В.Н.  
Михайловский

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Энергетика и охрана окружающей среды» являются формирование у студентов представлений о влиянии энергетики на состояние окружающей среды; понимание необходимости процессов совершенствования природоохранной техники и технологии; выявление особенностей и тенденций в изменении технологических схем ТЭС, которые обусловлены требованиями повышенной экологической безопасности; изучение оборудования для пылеулавливания, очистки газов и воды теплоэнергетических устройств, в объеме, необходимом для технической грамотной их эксплуатации; оценка основных загрязнителей атмосферного воздуха и воды; методы очистки выбросов и сбросов на тепловых электростанциях.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Энергетика и охрана окружающей среды входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Котельные установки и парогенераторы

Математика

Химия

Физика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Источники и системы теплоснабжения

Тепловые электрические станции

Технологические энергоносители предприятий

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Энергетика и охрана окружающей среды» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен участвовать в оценке технического состояния, поддержания и восстановления работоспособности тепломеханического оборудования промышленных ТЭС
ПК-1.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы тепломеханического оборудования
ПК-1.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы тепломеханического оборудования

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,7 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов
- самостоятельная работа – 95,4 акад. часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. часа

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Введение в курс «Энергетика и охрана окружающей среды».								
1.1 Введение. Влияние ТЭС на окружающую среду.	4	0,6	2/2И		15	Проработка лекционного материала; подготовка к выполнению лабораторной работы.	Наличие конспекта лекций; отчет по лабораторной работе.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,6	2/2И		15			
2. Раздел 2. Образование оксидов азота, методы предотвращения их образования и способы очистки.								
2.1 Принципы образование оксидов азота, методы предотвращения их образования и способы очистки.	4	0,6			15,2	Проработка лекционного материала.	Наличие конспекта лекций; отчет по лабораторной работе.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,6			15,2			
3. Раздел 3. Образование оксидов серы, методы предотвращения их образования и способы очистки.								
3.1 Принципы образования оксидов серы, методы предотвращения их образования и способы	4	0,7			15	Проработка лекционного материала.	Наличие конспекта лекций.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,7			15			
4. Раздел 4. Основы теории золоулавливания.								
4.1 Основы теории золоулавливания.	4	0,7			17	Проработка лекционного материала.	Наличие конспекта лекций.	ПК-1.1, ПК-1.2

Итого по разделу		0,7			17			
5. Раздел 5. Сточные воды, причины их образования и технологии очистки.								
5.1 Сточные воды, причины их образования и технологии очистки.	4	0,7	2/2И		17	Проработка лекционного материала; подготовка к выполнению лабораторной работы.	Наличие конспекта лекций; отчет по лабораторной работе.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,7	2/2И		17			
6. Раздел 6. Элементы безотходных технологий.								
6.1 Элементы безотходных технологий.	4	0,7			16,2	Проработка лекционного материала.	Наличие конспекта лекций.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,7			16,2			
Итого за семестр		4	4/4И		95,4		зачёт	
Итого по дисциплине		4	4/4И		95,4		зачет	



## **5 Образовательные технологии**

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Энергетика и охрана окружающей среды» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии.

Целями образовательных и информационных технологий являются:

- активизирование мышления обучающихся;
- формирование интереса к изучаемому материалу;
- развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет). Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. Этапы познавательной деятельности студентов предполагают последовательно постановку интересующей их проблемы, выдвижение гипотез при ее решении, выражение решения гипотезы научным языком, а также реализация продукта в виде публичного выступления, доклада или презентации. Корректировки образовательного процесса проходят с использованием обратной связи между преподавателем и обучающимися на консультациях, а также при текущем и промежуточном контроле.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной экологии: учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-6825-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152483>

(дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Стурман, В.И. Оценка воздействия на окружающую среду: учебное пособие / В.И. Стурман. Санкт-Петербург: Лань, 2015. 352 с. ISBN 978-5-8114-1904-3. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL:

<https://e.lanbook.com/book/67472>

Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Лебедев, В.А. Основы энергетики: учебное пособие / В.А. Лебедев,

В.М. Пискунов. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 140 с. ISBN 978-5-8114-3452-7. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/115490>

(дата обращения: 01.09.2020). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Дмитренко, В. П. Управление экологической безопасностью в техносфере: учебное пособие / В.П. Дмитренко, Е.М. Мессинева, А.Г. Фетисов. Санкт-Петербург: Лань, 2016. 428 с. ISBN 978-5-8114-2010-0. Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/72578>

(дата обращения: 01.09.2020). Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

в) Методические указания:

1. Злоказова Н.Г. Лабораторный практикум по дисциплине «Энергетика и защита окружающей среды». – Магнитогорск: МГТУ, 2011. – 23 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
MS Windows 10 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>

Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкордиум» (НИ НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ (лаборатория топлива и химводоподготовки): комплекс лабораторных установок по изучению свойств воды; комплекс лабораторных установок по изучению физических и химических свойств веществ;

вытяжной шкаф, флотомашина; печь; весы электронные, микроскоп.

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: доска, мел.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования; инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа стимулирует студентов к проработке тем в процессе подготовки к лабораторным занятиям и осуществляется:

- во время аудиторных лабораторных занятий;
- под контролем преподавателя в форме плановых консультаций, творческих контактов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам усвоения дисциплины включают в себя:

- перечень вопросов к темам по дисциплине «Энергетика и охрана окружающей среды»;
- примерные темы рефератов и докладов.

### Перечень вопросов к разделам по дисциплине «Энергетика и охрана окружающей среды»

#### Раздел 1

1. Что такое ПДК вредного вещества в воде?
2. Что такое биоценоз?
3. Перечислите основные факторы, влияющие на состояние водоемов.
4. В чем отличие водопользования от водопотребления?

#### Раздел 2

1. Какова зависимость выбросов оксидов азота от вида топлива и способа его сжигания?
2. Каковы механизмы образования оксидов азотов?
3. В чем сущность теории образования термических и топливных оксидов азота?
4. Назовите первичные и режимно-технологические мероприятия по уменьшению выбросов  $\text{NO}_x$ ?
5. Какова сущность ступенчатого сжигания топлива?
6. Опишите схему рециркуляции дымовых газов.
7. В чем заключается селективный каталитический метод очистки дымовых газов котлов от оксидов азота?
8. В чем заключается селективный некаталитический метод очистки дымовых газов котлов от оксидов азота?

#### Раздел 3

1. Каков механизм воздействия оксидов серы в выбросах ТЭС в атмосферу на окружающую среду?
2. Каковы основные пути сокращения выбросов соединений серы от ТЭС?
3. Расскажите о методах очистки топлив от серы до их сжигания.
4. Опишите мокро-известняковый способ очистки дымовых газов от  $\text{SO}_2$ .
5. Опишите упрощенные малозатратные технологии сероочистки.
6. Опишите мокросухой способ очистки дымовых газов от  $\text{SO}_2$ .

#### Раздел 4

1. Как классифицируются тепловые электростанции по экологическому признаку?
2. Как влияют на работу электрофильтра электрические свойства золы?
3. В чем заключается сущность явления «обратной короны» в электрофильтрах?
4. Влияние золоотвалов на окружающую среду.
5. Способы очистки дымовых газов от пыли.

#### Раздел 5

1. Какие сточные воды имеют место на угольных и газомазутных ТЭС?
2. Что такое тепловое загрязнение природных водоемов?
3. Из каких элементов состоит система очистки воды от нефтепродуктов?
4. Перечислить пути совершенствования водоподготовки ТЭС для снижения количества сточных вод.
5. Как оценивается ущерб от сброса загрязненных вод?
6. Какую экологическую нагрузку на окружающую среду оказывают ТЭС?
7. Назовите основные виды сточных вод, образующихся на ТЭС, дайте их краткую характеристику.
8. Охарактеризуйте состав сточных вод, образующихся при различных способах обработки воды в водоподготовительных установках различного типа.

#### Раздел 6

1. Что такое безотходная технология?
2. Перечислите принципы безотходной технологии.
3. Что такое малоотходное предприятие?
4. Перечислите основные требования к безотходному производству.

#### **Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Каков механизм воздействия оксидов серы в выбросах ТЭС в атмосферу на окружающую среду?
2. Каковы основные пути сокращения выбросов соединений серы от ТЭС?
3. Расскажите о методах очистки топлив от серы до их сжигания.
4. Опишите мокро-известняковый способ очистки дымовых газов от  $SO_2$ .
5. Опишите упрощенные малозатратные технологии сероочистки.
6. Опишите мокросухой способ очистки дымовых газов от  $SO_2$ .
7. Какова зависимость выбросов оксидов азота от вида топлива и способа его сжигания?
8. Каковы механизмы образования оксидов азотов?
9. В чем сущность теории образования термических и топливных оксидов азота?
10. Назовите первичные и режимно-технологические мероприятия по уменьшению выбросов  $NO_x$ ?
11. Какова сущность ступенчатого сжигания топлива?
12. Опишите схему рециркуляции дымовых газов.
13. В чем заключается селективный каталитический метод очистки дымовых газов котлов от оксидов азота?
14. В чем заключается селективный некаталитический метод очистки дымовых газов котлов от оксидов азота?
15. Какие сточные воды имеют место на угольных и газомазутных ТЭС?
16. Что такое тепловое загрязнение природных водоемов?
17. Из каких элементов состоит система очистки воды от нефтепродуктов?
18. Перечислить пути совершенствования водоподготовки ТЭС для снижения количества сточных вод.
19. Как оценивается ущерб от сброса загрязненных вод?
20. Какие свойства золы влияют на ее улавливание в мокрых, инерционных золоуловителях и электрофилтрах?
21. Какую экологическую нагрузку на окружающую среду оказывают ТЭС?
22. Каково назначение лимитов на природопользование?
23. Как классифицируются тепловые электростанции по экологическому признаку?
24. Как влияют на работу электрофилтра электрические свойства золы?
25. В чем заключается сущность явления «обратной короны» в электрофилтрах?
26. Назовите основные виды сточных вод, образующихся на ТЭС, дайте их краткую характеристику.

27. Охарактеризуйте состав сточных вод, образующихся при различных способах обработки воды в водоподготовительных установках различного типа.
28. Влияние золоотвалов на окружающую среду.

7 Оценочные средства проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																		
<b>ПК-1 – Способен участвовать в оценке технического состояния, поддержания и восстановления работоспособности тепломеханического оборудования промышленных ТЭС</b>																																				
ПК-1.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы тепломеханического оборудования	<p style="text-align: center;"><i>Перечень практических заданий</i></p> <p><b>ЗАДАЧА 1</b>                      Определить концентрацию диоксида серы у поверхности земли для котельной (количество котельных агрегатов <math>n = 2</math>), работающей на топливе состава ... (из варианта задания). Высота дымовой трубы <math>H = \dots</math> м, расчетный расход топлива <math>V_p = \dots</math> кг/с, температура газов на входе в трубу <math>t_{вх} = \dots</math> °С, на выходе из трубы <math>t_{вых} = \dots</math> °С, коэффициент избытка воздуха перед трубой <math>\alpha = \dots</math>, температура окружающего воздуха <math>t_{в} = \dots</math> °С, давление воздуха <math>p = 97 \cdot 10^3</math> Па, коэффициент, учитывающий скорость осаждения диоксида серы в атмосфере, <math>F = 1,0</math>, коэффициент, учитывающий условия выхода продуктов сгорания газов из устья дымовой трубы <math>m = 0,9</math>, коэффициент стратификации атмосферы <math>A = 120 \text{ с}^{2/3} \cdot \text{град}^{1/3}</math> и фоновая концентрация загрязнения атмосферы диоксидом серы <math>C_{\phi} = 0,03 \cdot 10^{-6}</math> кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Варианты заданий</p> <table border="1" data-bbox="618 1066 2119 1441"> <thead> <tr> <th rowspan="2">/п</th> <th rowspan="2">Топливо</th> <th rowspan="2">Высота дымовой трубы</th> <th colspan="2">Температура газов</th> <th rowspan="2">Коэффициент избытка воздуха перед трубой</th> <th rowspan="2">Расчетный расход топлива, кг/с</th> <th rowspan="2">Температура окружающего воздуха</th> </tr> <tr> <th>На входе в трубу</th> <th>На выходе из трубы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Ангренский уголь марки Б2</td> <td>30</td> <td>140</td> <td>145</td> <td>1,35</td> <td>0,525</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Донецкий уголь марки Т</td> <td>35</td> <td>150</td> <td>155</td> <td>1,45</td> <td>0,6</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Кузнецкий уголь</td> <td>40</td> <td>160</td> <td>165</td> <td>1,40</td> <td>0,635</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	/п	Топливо	Высота дымовой трубы	Температура газов		Коэффициент избытка воздуха перед трубой	Расчетный расход топлива, кг/с	Температура окружающего воздуха	На входе в трубу	На выходе из трубы		Ангренский уголь марки Б2	30	140	145	1,35	0,525	15		Донецкий уголь марки Т	35	150	155	1,45	0,6	20		Кузнецкий уголь	40	160	165	1,40	0,635	25
/п	Топливо	Высота дымовой трубы				Температура газов					Коэффициент избытка воздуха перед трубой	Расчетный расход топлива, кг/с	Температура окружающего воздуха																							
			На входе в трубу	На выходе из трубы																																
	Ангренский уголь марки Б2	30	140	145	1,35	0,525	15																													
	Донецкий уголь марки Т	35	150	155	1,45	0,6	20																													
	Кузнецкий уголь	40	160	165	1,40	0,635	25																													

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства					
	марки Д		0	65			
	Донецкий уголь марки А	30	14	1	1,35	0,80	15
	Кузнецкий уголь марки Д	35	15	1	1,45	0,580	20
	Ангренский уголь марки Б2	40	16	1	1,40	0,540	25
	Кузнецкий уголь марки Д	30	14	1	1,35	0,625	15
	Ангренский уголь марки Б2	35	15	1	1,45	0,610	20
	Донецкий уголь марки Т	40	16	1	1,40	0,710	20
0	Кузнецкий уголь марки Д	30	14	1	1,35	0,525	25
1	Донецкий уголь марки Т	35	15	1	1,45	0,625	25
2	Кузнецкий уголь марки Д	40	16	1	1,40	0,635	20
3	Донецкий уголь марки Т	30	14	1	1,35	0,810	15
4	Донецкий уголь марки А	35	15	1	1,45	0,590	20
5	Ангренский уголь марки Б2	40	16	1	1,40	0,570	25
6	Донецкий уголь марки А	40	15	1	1,40	0,620	25
7	Кузнецкий уголь марки Д	30	15	1	1,35	0,620	20
	Донецкий уголь марки	35	14	1	1,45	0,760	15



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства								
		8	Т		0	45				
		9	Ангренский уголь марки Б2	40	0	15	1	1,40	0,460	20
		0	Донецкий уголь марки А	30	0	16	1	1,35	0,565	15
		1	Ангренский уголь марки Б2	45	0	15	1	1,40	0,580	25
		2	Донецкий уголь марки Т	30	0	16	1	1,35	0,530	15
		3	Ангренский уголь марки Б2	35	0	14	1	1,40	0,750	20
		4	Донецкий уголь марки Т	30	0	15	1	1,35	0,650	25
		5	Донецкий уголь марки А	40	0	16	1	1,45	0,575	15
<p><b>ЗАДАЧА 2</b></p> <p>Определить высоту дымовой трубы котельной, в которой установлены 2 одинаковых котельных агрегата, работающих на топливе ... состава ... (из варианта заданий), если расход топлива <math>V_p = \dots</math> кг/с, температура газов на входе в дымовую трубу <math>t_{вх} = \dots</math> °С, на выходе из дымовой трубы <math>t_{вых} = \dots</math> °С, коэффициент избытка воздуха перед трубой <math>\alpha = \dots</math>, температура окружающего воздуха <math>t_0 = \dots</math> °С, барометрическое давление воздуха <math>p = 97 \cdot 10^3</math> Па, коэффициент, учитывающий скорость осаждения диоксида серы в атмосфере <math>F = 1,0</math>, коэффициент, учитывающий условия выхода продуктов сгорания газов из устья дымовой трубы <math>m = 0,9</math>, коэффициент стратификации атмосферы <math>A = 120 \text{ с}^{2/3} \cdot \text{град}^{1/3}</math> и фоновая концентрация загрязнения атмосферы диоксидом серы <math>C_f = 0,03 \cdot 10^{-6}</math> кг/м<sup>3</sup>, доля золы топлива, уносимая дымовыми газами <math>\alpha_{ун} = \dots</math>, ПДК золы у поверхности земли <math>C = 0,5 \cdot 10^{-6}</math> кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Варианты заданий</p>										
			№п/п	Топливо	Температура газов,	Коэффициент	Температура окружающего	Расчетный расход	$\alpha_{ун}$	Количество котлов, шт

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства								
				°С		избытка воздуха перед трубой, α	воздуха, t <sub>0</sub> , °С	топлива, В, кг/с		
		На входе в трубу	На выходе из трубы							
		1	Кузнецкий уголь марки Д	140	145	1,6	20	0,525	0,8	2
		2	Донецкий уголь марки Т	150	155			0,6	0,8	3
		3	Ангренский уголь марки Б2	160	165			0,635	0,81	4
		4	Донецкий уголь марки А	140	145			0,80	0,81	2
		5	Донецкий уголь марки А	150	155			0,580	0,81	3
		6	Донецкий уголь марки А	160	165			0,540	0,82	4

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>								
		7	Ангренский уголь марки Б2	140	145			0,625	0,82	2
		8	Кузнецкий уголь марки Д	150	155			0,610	0,82	3
		9	Донецкий уголь марки Т	160	165			0,710	0,83	4
		10	Донецкий уголь марки Т	140	145			0,525	0,83	2
		11	Донецкий уголь марки А	150	155			0,625	0,83	3
		12	Кузнецкий уголь марки Д	160	165			0,635	0,84	4
		13	Донецкий уголь марки А	140	145			0,810	0,84	2
		14	Ангренский уголь марки Б2	150	155			0,590	0,84	3
		15	Кузнецкий уголь	160	165			0,570	0,85	4

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>								
			марки Д							
		16	Ангренский уголь марки Б2	140	145	1,7	25	0,525	0,8	2
		17	Донецкий уголь марки А	150	155			0,6	0,8	3
		18	Донецкий уголь марки Т	160	165			0,635	0,81	4
		19	Кузнецкий уголь марки Д	140	145			0,80	0,81	3
		20	Донецкий уголь марки А	150	155			0,580	0,81	2
		21	Кузнецкий уголь марки Д	160	165			0,540	0,82	4
		22	Ангренский уголь марки Б2	140	145			0,625	0,82	3
		23	Донецкий уголь марки Т	150	155			0,610	0,82	2
		24	Донецкий	160	165			0,710	0,83	4

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																																																																																																									
			уголь марки А																																																																																																																																								
ПК-1.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы тепломеханического оборудования	25	Ангренский уголь марки Б2	140	145	<i>Решение комплексных задач</i>																																																																																																																																					
		<p>Например: По заданному составу сухих газов определить теплоту сгорания топлива, кДж/м<sup>3</sup>; количество воздуха, необходимого для горения, м<sup>3</sup>/ м<sup>3</sup>; выход продуктов сгорания, м<sup>3</sup>/ м<sup>3</sup>.</p> <p>Варианты заданий</p> <p>Состав сухих газов, %</p>																																																																																																																																									
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>CH<sub>4</sub></th> <th>C<sub>2</sub>H<sub>6</sub></th> <th>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub></th> <th>C<sub>4</sub>H<sub>10</sub></th> <th>H<sub>2</sub>S</th> <th>CO<sub>2</sub></th> <th>N<sub>2</sub></th> <th>d, г/м<sup>3</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>94,1</td><td>1</td><td>0,5</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td>3</td><td>10</td></tr> <tr><td>90</td><td>5</td><td>1</td><td>0,7</td><td>1</td><td>1</td><td>1,3</td><td>20</td></tr> <tr><td>91</td><td>3</td><td>0,8</td><td>0,5</td><td>2</td><td>0,8</td><td>1,9</td><td>10</td></tr> <tr><td>85</td><td>9</td><td>2</td><td>1</td><td>1,5</td><td>0,5</td><td>1</td><td>20</td></tr> <tr><td>88</td><td>3,5</td><td>1,5</td><td>0,5</td><td>2</td><td>1</td><td>3,5</td><td>10</td></tr> <tr><td>91</td><td>1</td><td>0,8</td><td>0,4</td><td>2</td><td>3</td><td>1,8</td><td>20</td></tr> <tr><td>93</td><td>2</td><td>1,2</td><td>0,6</td><td>1,8</td><td>0,5</td><td>0,9</td><td>10</td></tr> <tr><td>90,5</td><td>1,5</td><td>0,9</td><td>0,5</td><td>1,2</td><td>1,5</td><td>3,9</td><td>20</td></tr> <tr><td>92</td><td>2</td><td>1,5</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1,5</td><td>10</td></tr> <tr><td>89,1</td><td>3</td><td>0,6</td><td>0,1</td><td>1</td><td>0,2</td><td>6</td><td>10</td></tr> <tr><td>94,9</td><td>1,5</td><td>0,3</td><td>0,2</td><td>0,8</td><td>0,3</td><td>2</td><td>20</td></tr> <tr><td>95</td><td>0,9</td><td>0,8</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,5</td><td>1,8</td><td>12</td></tr> <tr><td>86</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0,5</td><td>5,5</td><td>15</td></tr> <tr><td>87,6</td><td>0,4</td><td>0,2</td><td>0,1</td><td>5</td><td>1,5</td><td>5,2</td><td>18</td></tr> <tr><td>87,5</td><td>4,2</td><td>1,9</td><td>1,2</td><td>0,5</td><td>2,4</td><td>2,3</td><td>14</td></tr> </tbody> </table>										CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	d, г/м <sup>3</sup>	94,1	1	0,5	0,4	0,5	0,5	3	10	90	5	1	0,7	1	1	1,3	20	91	3	0,8	0,5	2	0,8	1,9	10	85	9	2	1	1,5	0,5	1	20	88	3,5	1,5	0,5	2	1	3,5	10	91	1	0,8	0,4	2	3	1,8	20	93	2	1,2	0,6	1,8	0,5	0,9	10	90,5	1,5	0,9	0,5	1,2	1,5	3,9	20	92	2	1,5	1	1	1	1,5	10	89,1	3	0,6	0,1	1	0,2	6	10	94,9	1,5	0,3	0,2	0,8	0,3	2	20	95	0,9	0,8	0,4	0,6	0,5	1,8	12	86	4	2	1	1	0,5	5,5	15	87,6	0,4	0,2	0,1	5	1,5	5,2	18	87,5	4,2	1,9	1,2	0,5	2,4	2,3	14
CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	d, г/м <sup>3</sup>																																																																																																																																				
94,1	1	0,5	0,4	0,5	0,5	3	10																																																																																																																																				
90	5	1	0,7	1	1	1,3	20																																																																																																																																				
91	3	0,8	0,5	2	0,8	1,9	10																																																																																																																																				
85	9	2	1	1,5	0,5	1	20																																																																																																																																				
88	3,5	1,5	0,5	2	1	3,5	10																																																																																																																																				
91	1	0,8	0,4	2	3	1,8	20																																																																																																																																				
93	2	1,2	0,6	1,8	0,5	0,9	10																																																																																																																																				
90,5	1,5	0,9	0,5	1,2	1,5	3,9	20																																																																																																																																				
92	2	1,5	1	1	1	1,5	10																																																																																																																																				
89,1	3	0,6	0,1	1	0,2	6	10																																																																																																																																				
94,9	1,5	0,3	0,2	0,8	0,3	2	20																																																																																																																																				
95	0,9	0,8	0,4	0,6	0,5	1,8	12																																																																																																																																				
86	4	2	1	1	0,5	5,5	15																																																																																																																																				
87,6	0,4	0,2	0,1	5	1,5	5,2	18																																																																																																																																				
87,5	4,2	1,9	1,2	0,5	2,4	2,3	14																																																																																																																																				

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства							
		92	1,2	0,7	0,5	2,3	1,4	1,9	10
89	1,5	0,8	0,6	1,5	2,5	4,1	20		
94	1,9	1,3	0,9	0,5	0,8	0,6	18		
85,7	2,6	0,9	0,6	0,9	5,7	3,6	9		
88,6	4,3	2,8	1,2	0,6	1,3	1,2	16		

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.**

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Промежуточная аттестация по дисциплине «Энергетика и охрана окружающей среды» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

- на оценку «**зачтено**» – обучающийся демонстрирует от высокого до порогового уровня сформированности компетенций:
  - всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
  - основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
  - в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку «**незачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач; обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.