

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и систем  
управления



\_\_\_\_\_ / Бурковский А.В./

22.03. 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Защита окружающей среды от выбросов энергетических  
установок»**

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 6 м. / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / очно-заочная / заочная

Год начала подготовки 2024

Автор программы  
Заведующий кафедрой  
Теоретической и  
промышленной  
теплоэнергетики

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Д.А. Коновалов  
Д.А. Прутских

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

В.В. Портнов

С.В. Дахин

Воронеж 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины** в подготовке студентов знаниями по современным и перспективным методам защиты водного и воздушного бассейнов, почв от образующихся в процессе работы теплоэнергетических систем загрязняющих отходов.

**1.2. Задачи освоения дисциплины** ознакомить обучающихся с основными источниками загрязнений при работе различного вида энергетического оборудования, а также аппаратами для снижения загрязнений;

Научить обоснованно выбирать методы для снижения загрязнений и очистки воздуха, воды и почв, рассчитывать необходимое оборудование;

Дать информацию по перспективным методам очистки от загрязнений и развитию альтернативной энергетики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Защита окружающей среды от выбросов энергетических установок» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Защита окружающей среды от выбросов энергетических установок» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен обеспечивать эксплуатацию энергетического и теплотехнологического оборудования без производственного травматизма и экологических нарушений

ПК-3 - Способен проводить расчеты энергетического и теплотехнического оборудования по типовым методикам

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать особенности эксплуатации энергетического оборудования для минимизации экологических последствий его работы
	Уметь обеспечивать эксплуатацию энергетического и теплотехнологического оборудования без экологических нарушений
	Владеть навыками организации экологически чистой работы энергетического оборудования
ПК-3	Знать методики расчета аппаратов для защиты окружающей среды от вредных выбросов

	Уметь проводить расчеты и выбор аппаратов для защиты окружающей среды от вредных выбросов
	Владеть навыками организации «зеленого» энергетического производства

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Защита окружающей среды от выбросов энергетических установок» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	84	84
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
<b>Самостоятельная работа</b>	60	60
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

**очно-заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	40	40
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
<b>Самостоятельная работа</b>	113	113
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	14	14
В том числе:		
Лекции	6	6

Практические занятия (ПЗ)	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	2	2
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>157</b>	<b>157</b>
<b>Контрольная работа</b>	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Выбросы теплоэнергетических систем промпредприятий (ТЭСПП) и их влияние на окружающую среду	Задачи и содержание курса, связь с другими дисциплинами. Взаимодействие промышленного производства, промышленной энергетики и окружающей среды. Законодательство и контроль загрязнения атмосферы. Основные причины и источники загрязнений окружающей среды промышленными предприятиями и ТЭСПП. Количественная и качественная характеристика вредных выбросов. Влияние вредных выбросов теплоэнергосистем на организм человека и окружающую среду. Предельно-допустимые концентрации вредных выбросов, характерные для энергосистем. Расчет ПДК	6	4	2	8	20
2	Методы защиты воздушного бассейна	Классификация пылевых выбросов, физико-химические свойства пылей и действие их на организм человека и промышленное оборудование. Основы теории пыле и золоулавливания. Аппараты сухой инерционной очистки газов и их расчет. Сравнительная характеристика и конструктивные особенности различных типов инерционных пылеуловителей. Батарейные циклоны. Вихревые пылеуловители. Аппараты мокрой очистки газов: очистка газов в скрубберах, барботажные пылеуловители, туманоуловители. Особенности их конструкций, область применения, основные характеристики, расчет. Физические принципы и особенность электронной очистки газов. Конструкция и выбор основных параметров электрофильтров. Особенности очистки газов с неблагоприятными электрофизическими свойствами. Проектирование систем пылеулавливания, вспомогательное оборудование газоочисток. Оценка	6	4	2	8	20

		технико-экономической эффективности применения систем пылеулавливания					
3	Методы защиты водных бассейнов	Водное хозяйство предприятий – основной источник сброса загрязнений в водоемы. Принципы создания бессточных режимов водоснабжения предприятий. Санитарно-экологические характеристики сточных вод. Обратные системы водоснабжения. Расчет потребности предприятия в промышленном водоснабжении. Системы и установки для очистки воды от механических примесей. Конструкции аппаратов, методы расчета, области применения и технико-экономические показатели. Схемы, методы очистки сточных вод, содержащих кислород, органические вещества, поверхностно-активные вещества, маслопродукты. Выбор аппаратов и методы расчета. Методы доочистки сточных вод: тепловая обработка осадков; фильтрование, доочистка в аэротенках. Способы регенерации, утилизации и ликвидации жидких отходов. Методы анализа сточных вод. Организация химического контроля за качеством очищенных стоков.	6	4	2	8	20
4	Предотвращение теплового загрязнения водоемов	Масштабы воды при охлаждении промышленных печей, конденсаторов турбин и других аппаратов. Обратное водоснабжение и воздушное охлаждение. Перспективы применения и технико-экономическое сравнение различных способов охлаждения. Конструкции и расчет башенных и вентиляторных градирен, брызгальный бассейн, водохранилищ охладителей, сухих градирен. Методы стабилизации качества воды	6	6	2	8	22
5	Атомная энергетика и окружающая среда	Источники радиоактивности на АЭС. Особенности санитарно-гигиенических требований к работе АЭС. Нормы радиационной безопасности. Методы очистки технологических газов на атомных станциях. Очистка вентиляционного воздуха АЭС	4	6	2	8	20
6	Рассеивание остаточных выбросов промышленных предприятий в окружающую среду и их контроль	Рассеивание газообразных выбросов из дымовых труб ТЭС и холодных выбросов из вентиляционных труб в атмосферу. Основы методики расчета концентрации и рассеивания выбросов в атмосфере. Определение высоты дымовых труб. Определение границ санитарно-защитной зоны. Система контроля вредных выбросов и организация службы охраны окружающей среды на промышленных предприятиях	4	6	2	10	22
7	Пути снижения вредного воздействия теплоэнергетической отрасли на окружающую среду	Возможности снижения вредного воздействия на окружающую среду за счет совершенствования технологических процессов и установок. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии	4	6	-	10	20
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>60</b>	<b>144</b>

**очно-заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Методы защиты воздушного бассейна от промышленных выбросов.	Задачи и содержание курса, связь с другими дисциплинами. Взаимодействие промышленного производства, промышленной энергетики и окружающей среды. Основные причины и источники загрязнений окружающей среды промышленными предприятиями и ТЭС/П. Количественная и качественная характеристика вредных выбросов. Предельно-допустимые концентрации вредных выбросов, характерные для энергосистем. Расчет ПДК. Методы снижения отрицательных воздействий ТЭС/П на окружающую среду.	4	2	2	16	24
2	Методы защиты водных бассейнов	Основной источник сброса загрязнений в водоемы. Принципы создания бессточных режимов водоснабжения предприятий. Санитарно-экологические характеристики сточных вод. Обратные системы водоснабжения. Системы и установки для очистки воды от механических примесей. Конструкции аппаратов, методы расчета, области применения и технико-экономические показатели. Схемы, методы очистки сточных вод, содержащих кислород, органические вещества, поверхностно-активные вещества, масло-продукты. Выбор аппаратов и методы расчета. Методы доочистки сточных вод: тепловая обработка осадков; фильтрование, доочистка в азротенках. Способы регенерации, утилизации и ликвидации жидких отходов. Методы анализа сточных вод.	2	2	2	16	22
3	Атомная энергетика и окружающая среда. Пути снижения вредного воздействия теплоэнергетической отрасли на окружающую среду	Источники радиоактивности на АЭС. Особенности санитарно-гигиенических требований к работе АЭС. Нормы радиационной безопасности. Возможности снижения вредного воздействия на окружающую среду за счет совершенствования технологических процессов и установок. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии.	2	2	2	16	22
4	Методы защиты воздушного бассейна	Расчет приземной концентрации вредных выбросов. Расчет аппаратов очистки воздуха от пыли.	2	2	2	16	22
5	Методы защиты водных бассейнов	Расчет аппаратов для очистки сточных вод	2	2	-	16	20
6	Атомная энергетика и окружающая среда.	Расчет эквивалентной дозы при различных видах излучения	2	2	-	16	20
7	Введение. Методы защиты воздушного бассейна от промышленных выбросов.	Задачи и содержание курса, связь с другими дисциплинами. Взаимодействие промышленного производства, промышленной энергетики и окружающей среды. Основные причины и источники загрязнений окружающей среды промышленными предприятиями и ТЭС/П. Количественная и качественная характеристика вредных выбросов. Предельно-допустимые	2	4	-	17	23

		концентрации вредных выбросов, характерные для энергосистем. Расчет ПДК. Методы снижения отрицательных воздействий ТЭСПП на окружающую среду.					
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>113</b>	<b>153</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Методы защиты воздушного бассейна от промышленных выбросов.	Задачи и содержание курса, связь с другими дисциплинами. Взаимодействие промышленного производства, промышленной энергетики и окружающей среды. Основные причины и источники загрязнений окружающей среды промышленными предприятиями и ТЭСПП. Количественная и качественная характеристика вредных выбросов. Предельно-допустимые концентрации вредных выбросов, характерные для энергосистем. Расчет ПДК. Методы снижения отрицательных воздействий ТЭСПП на окружающую среду.	2	-	2	22	26
2	Методы защиты водных бассейнов	Основной источник сброса загрязнений в водоемы. Принципы создания бессточных режимов водоснабжения предприятий. Санитарно-экологические характеристики сточных вод. Обратные системы водоснабжения. Системы и установки для очистки воды от механических примесей. Конструкции аппаратов, методы расчета, области применения и технико-экономические показатели. Схемы, методы очистки сточных вод, содержащих кислород, органические вещества, поверхностно-активные вещества, масло-продукты. Выбор аппаратов и методы расчета. Методы доочистки сточных вод: тепловая обработка осадков; фильтрование, доочистка в аэротенках. Способы регенерации, утилизации и ликвидации жидких отходов. Методы анализа сточных вод.	2	-	-	22	24
3	Атомная энергетика и окружающая среда. Пути снижения вредного воздействия теплоэнергетической отрасли на окружающую среду	Источники радиоактивности на АЭС. Особенности санитарно-гигиенических требований к работе АЭС. Нормы радиационной безопасности. Возможности снижения вредного воздействия на окружающую среду за счет совершенствования технологических процессов и установок. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии.	2	-	-	22	24
4	Методы защиты воздушного бассейна	Расчет приземной концентрации вредных выбросов. Расчет аппаратов очистки воздуха от пыли.	-	-	-	22	22
5	Методы защиты водных бассейнов	Расчет аппаратов для очистки сточных вод	-	2	-	22	24
6	Атомная энергетика и окружающая среда.	Расчет эквивалентной дозы при различных видах излучения	-	2	-	24	26
7	Введение. Методы защиты воздушного бассейна от промышленных выбросов.	Задачи и содержание курса, связь с другими дисциплинами. Взаимодействие промышленного	-	2	-	23	25

		производства, промышленной энергетики и окружающей среды. Основные причины и источники загрязнений окружающей среды промышленными предприятиями и ТЭСИП. Количественная и качественная характеристика вредных выбросов. Предельно-допустимые концентрации вредных выбросов, характерные для энергосистем. Расчет ПДК. Методы снижения отрицательных воздействий ТЭСИП на окружающую среду.					
<b>Итого</b>			<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>157</b>	<b>171</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Расчет валовых выбросов вредных веществ котлоагрегатов
2. Определение зоны рассеивания вредных веществ в воздухе
3. Определение эффективности работы циклонных золоуловителей
4. Определение эффективности работы скруббера Вентури

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	Знать особенности эксплуатации энергетического оборудования для минимизации экологических последствий его работы	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь обеспечивать эксплуатацию энергетического и теплотехнологического оборудования без экологических нарушений	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах



	Владеть навыками организации экологически чистой работы энергетического оборудования	Активная работа на практических и лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать методики расчета аппаратов для защиты окружающей среды от вредных выбросов	Активная работа на практических и лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить расчеты и выбор аппаратов для защиты окружающей среды от вредных выбросов	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками организации «зеленого» энергетического производства	Активная работа на практических и лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для очно-заочной формы обучения, 8 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	Знать особенности эксплуатации энергетического оборудования для минимизации экологических последствий его работы	Экзамен, теоретическая часть	Правильный ответ на два вопроса	Правильный ответ на один и несколько дополнительных вопросов	Правильный ответ только на один вопрос	На все вопросы не даны верные ответы
	Уметь обеспечивать эксплуатацию энергетического и теплотехнологического оборудования без экологических нарушений	Экзамен, теоретическая часть	Правильный ответ на два вопроса	Правильный ответ на один и несколько дополнительных вопросов	Правильный ответ только на один вопрос	На все вопросы не даны верные ответы
	Владеть навыками организации экологически чистой работы энергетического оборудования	Экзамен, теоретическая часть	Правильный ответ на два вопроса	Правильный ответ на один и несколько дополнительных вопросов	Правильный ответ только на один вопрос	На все вопросы не даны верные ответы
ПК-3	Знать методики расчета аппаратов для защиты окружающей среды от вредных выбросов	Решение стандартных практических задач	Задача решена в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения, но не получен верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения задачи	Задача не решена

			верные ответы			
Уметь проводить расчеты и выбор аппаратов для защиты окружающей среды от вредных выбросов	Решение стандартных практических задач, лабораторные работы	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы Все работы выполнены, получены верные значения, на все контрольные вопросы даны правильные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах Все работы выполнены, не во всех работах получены верные значения, на все контрольные вопросы даны правильные ответы	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач Все работы выполнены, не во всех работах получены верные значения, не на все контрольные вопросы даны правильные ответы	Задачи не решены Не все работы выполнены, не во всех работах получены верные значения, не на все контрольные вопросы даны правильные ответы	
Владеть навыками организации «зеленого» энергетического производства	Экзамен, теоретическая часть	Правильный ответ на два вопроса	Правильный ответ на один и несколько дополнительных вопросов	Правильный ответ только на один вопрос	На все вопросы не даны верные ответы	

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Выбрать циклон и определить его гидравлическое сопротивление, эффективность работы, а также объем бункера для сбора пыли для следующих условий: расход газа при нормальных условиях  $1350 \text{ м}^3/\text{ч}$ , плотность газа при нормальных условиях  $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ , температура газа  $140 \text{ }^\circ\text{C}$ , барометрическое давление  $101 \text{ кПа}$ , разрежение в циклоне  $10 \text{ кПа}$ , начальная концентрация пыли  $80 \text{ г}/\text{м}^3$ , плотность пыли  $2500 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Циклон должен работать без дополнительных устройств в сети, на выхлоп. Время заполнения бункера для сбора пыли  $24 \text{ ч}$ .

2. Выбрать циклон и определить его гидравлическое сопротивление, эффективность работы, а также объем бункера для сбора пыли для следующих условий: расход газа при нормальных условиях  $3500 \text{ м}^3/\text{ч}$ , плотность газа при нормальных условиях  $1,31 \text{ кг}/\text{м}^3$ , температура газа  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ , барометрическое давление  $101 \text{ кПа}$ , избыточное давление в циклоне  $7 \text{ кПа}$ , начальная концентрация пыли  $120 \text{ г}/\text{м}^3$ , плотность пыли  $2950 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Циклон с тангенциальным вводом газовой смеси работает на выхлоп. Время заполнения бункера для сбора пыли  $24 \text{ ч}$ .

3. Выбрать батарейный циклон для очистки газов и определить его гидравлическое сопротивление для следующих условий: расход газа при нормальных условиях  $60\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , плотность газа при нормальных условиях

1,30 кг/м<sup>3</sup>, температура газа 40 °С, барометрическое давление 101,4 кПа, избыточное давление в циклоне 10 кПа, начальная концентрация пыли 10 г/м<sup>3</sup>, плотность пыли 2800 кг/м<sup>3</sup>.

4. Выбрать батарейный циклон для очистки газов и определить его гидравлическое сопротивление для следующих условий: расход газа при нормальных условиях 82 000 м<sup>3</sup>/ч, плотность газа при нормальных условиях 1,27 кг/м<sup>3</sup>, температура газа 55 °С, барометрическое давление 101,3 кПа, разрежение в циклоне 10 кПа, начальная концентрация пыли 20 г/м<sup>3</sup>, плотность пыли 3200 кг/м<sup>3</sup>.

5. Выбрать электрофильтр для очистки уходящих газов, если известно, что расход газа при нормальных условиях 64 000 м<sup>3</sup>/ч, плотность газа 1,32 кг/м<sup>3</sup>, температура газов 150 °С, разрежение в системе 2 кПа, рабочее напряжение 82 кВ, атмосферное давление 101,3 кПа, средний размер частиц 0,9 мкм, состав газов близок к атмосферному.

6. Выбрать электрофильтр для очистки уходящих газов, если известно, что расход газа при нормальных условиях 90 000 м<sup>3</sup>/ч, плотность газа 1,3 кг/м<sup>3</sup>, температура газов 145 °С, давление в системе 3 кПа, рабочее напряжение 75 кВ, атмосферное давление 101,2 кПа, средний размер частиц 0,95 мкм, состав газов близок к атмосферному.

7. Рассчитать одиночную решетку с механической очисткой, устанавливаемую в водоем с глубиной  $H_1 = 0,8$  м. Расход сточных вод  $1,5 \cdot 10^3$  м<sup>3</sup>/ч.

8. Рассчитать одиночную решетку с механической очисткой, устанавливаемую в водоем с глубиной  $H_1 = 1,1$  м. Расход сточных вод  $1,5 \cdot 10^3$  м<sup>3</sup>/ч.

9. Произвести расчет вертикального тонкослойного отстойника. Качество исходной воды следующее: цветность - 100 град; содержание взвеси - 150 мг/л; доза коагулянта - 110 мг/л по безводному продукту; расчетная скорость осаждения взвеси — 0,3 мм/с. Тонкослойные элементы прямоугольного сечения имеют размеры в плане 0,02×0,05 м (высота × ширина) и угол наклона 50°.

10. Рассчитать потребность в водоснабжении АЭС мощностью 400 МВт. Выбрать систему оборотного водоснабжения. Принять технологические потери воды и потери на хоз-бытовые нужды в размере 1% общего водопотребления. Расчетная температура окружающего воздуха 10°С. Определить эффективность использования воды на электростанции.

11. Рассчитать потребность в водоснабжении КЭС мощностью 350 МВт. Выбрать систему оборотного водоснабжения. Принять технологические потери воды и потери на хоз-бытовые нужды в размере 7% общего водопотребления. Расчетная температура окружающего воздуха 40°C. Определить эффективность использования воды на электростанции.

### **7.2.2 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Задачи и содержание курса «Защита окружающей среды», связь с другими дисциплинами. Законодательство и контроль загрязнения атмосферы.
2. Взаимодействие промышленного производства, промышленной энергетики и окружающей среды.
3. Количественная и качественная характеристика вредных выбросов в окружающую среду
4. Влияние вредных выбросов теплоэнергосистем на организм человека и окружающую среду.
5. Предельно допустимые концентрации.
6. Классификация пылевых выбросов, физико-химические свойства пылей.
7. Основы теории пылеулавливания и газоочистки.
8. Аппараты сухой инерционной очистки газов и их расчет. Циклоны.
9. Батарейные циклоны и их расчет.
10. Ротационные и вихревые пылеуловители
11. Радиальные и жалюзийные пылеуловители.
12. Дисперсный состав углей и золы. Способы интенсификации работы пылеуловителей.
13. Принципы работы аппаратов мокрой очистки газа. Скрубберы Вентури.
14. Форсуночные и центробежные скрубберы, аппараты ударно-инерционного типа.
15. Барботажно-пенные аппараты для очистки газа.
16. Туманоуловители
17. Физические принципы и особенность электронной очистки газов.
18. Конструкции электрофильтров, электрические туманоуловители.
19. Источники загрязнения водоемов.
20. Влияние загрязняющих веществ на качество воды и обитателей водоемов. Санитарно-экологические характеристики сточных вод.
21. Тепловое загрязнение водоемов.
22. Локальные оборотные системы водоснабжения
23. Аппараты для очистки сточных вод от механических примесей. Отстойники.
24. Аппараты для очистки сточных вод от механических примесей. Осветлители.

25. Аппараты для очистки сточных вод от механических примесей. Центрифуги и гидроциклоны. Фильтры.
26. Очистка сточных вод, содержащих маслопродукты. Отстойники и их расчет.
27. Очистка сточных вод флотацией
28. Очистка сточных вод, содержащих маслопродукты фильтрованием.
29. Очистка сточных вод от органических загрязнений. Аэротенки.
30. Устройство аэротенков. Виды систем аэрации.
31. Способы регенерации, утилизации и ликвидации осадков сточных вод.
32. Методы анализа сточных вод. Организация химического контроля за качеством очищенных стоков.
33. Масштабы воды при охлаждении промышленных печей, конденсаторов турбин и других аппаратов. Обратное водоснабжение и воздушное охлаждение.
34. Перспективы применения и технико-экономическое сравнение различных способов охлаждения. Конструкции и расчет брызгальный бассейн, водохранилищ охладителей, сухих градирен.
35. Способы стабилизации качества воды
36. Источники радиоактивности на АЭС
37. Нормы радиационной безопасности
38. Очистка газов на АЭС
39. Отвод в атмосферу дымовых газов. Санитарно-защитные зоны и их расчет
40. Возможности снижения вредного воздействия на окружающую среду за счет совершенствования технологических процессов и установок.
41. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии. Биотопливо
42. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии. Геотермальная энергия
43. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии. Энергия ветра. Солнечная энергия.
44. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии. Малая гидроэнергетика. Энергия моря

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по билетам: для теоретической части каждый из них содержит 2 вопроса, для практической части одну стандартную задачу.

1. Оценка "Неудовлетворительно" ставится в случае, если студент не решил задачу или решил задачу, но не ответил на теоретические вопросы.

2. Оценка "Удовлетворительно" ставится в случае, если студент правильно решил задачу и верно ответил на один из теоретических вопросов.

3. Оценка "Хорошо" ставится в случае, если студент правильно решил задачу и верно ответил на один из теоретических вопросов, а на второй вопрос дал не полный ответ.

4. Оценка "Отлично" ставится, если студент правильно решил задачу и верно ответил на два теоретических вопроса.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Выбросы теплоэнергетических систем промпредприятий (ТЭСПП) и их влияние на окружающую среду	ПК-2, ПК-3	Устный опрос, экзамен
2	Методы защиты воздушного бассейна	ПК-2, ПК-3	Устный опрос, экзамен, защита лабораторных работ
3	Методы защиты водных бассейнов	ПК-2, ПК-3	Устный опрос, экзамен, защита лабораторных работ
4	Предотвращение теплового загрязнения водоемов	ПК-2, ПК-3	Устный опрос, экзамен
5	Атомная энергетика и окружающая среда	ПК-2, ПК-3	Устный опрос, экзамен
6	Рассеивание остаточных выбросов промышленных предприятий в окружающую среду и их контроль	ПК-2, ПК-3	Устный опрос, экзамен, защита лабораторных работ
7	Пути снижения вредного воздействия теплоэнергетической отрасли на окружающую среду	ПК-2, ПК-3	Устный опрос, экзамен

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Решение стандартной задачи осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задачи 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задачи экзаменатором и выдаётся билет на бумажном носителе с теоретическими вопросами. Время подготовки к ответу составляет 40 мин. Затем выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Рихтер Л.А., Волков Э.П., Покровский В.Н. Охрана водного и воздушного бассейна от выбросов ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 294 с.
2. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. – 2-изд. перераб. и доп. – Л.: Недра, 1998. – 312 с.
3. Охрана окружающей среды: учебное пособие для студентов вузов / под ред. Белова С.В. – М.: Высшая школа, 1983. – 264 с.

4. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: спр. изд. в 2-х ч. Пер. с англ. // под ред. Калверта С., Инглунда Г.М. – М.: Металлургия, 1988. – 760 с.
5. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. – 2-е изд., перераб. – М.: Из-во МЭИ, 2000. – 408 с.
6. Коновалов Д.А. Защита окружающей среды от выбросов энергоустановок: учеб. пособие / Д.А. Коновалов, Д.А. Прутских. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009. 147 с.
7. Коновалов Д.А. Расчеты процессов и аппаратов защиты окружающей среды: учеб. пособие / Д.А. Коновалов, Д.А. Прутских. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2011. 137 с.

## **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

### 8.2.1 Программное обеспечение

– Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each

Academic;

- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader
- Internet explorer;
- SMath Studio.
- Pascal ABC.

### 8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

### 8.2.3 Информационные справочные системы

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

### 8.2.4 Современные профессиональные базы данных

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru>

– Единая система конструкторской документации. URL: [https://standartgost.ru/0/2871-edinaya\\_sistema\\_konstruktorskoj\\_dokumentatsii](https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoj_dokumentatsii)

– Национальная электронная библиотека. URL: [elibrary.ru](http://elibrary.ru)

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Специализированные лекционные аудитории кафедры «Теоретическая и промышленная теплоэнергетика», оснащенные

оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой. Лаборатории № 304, 306.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Защита окружающей среды от выбросов энергетических установок» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение навыков расчета оборудования для очистки воздуха и воды. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения;



	<ul style="list-style-type: none"><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--