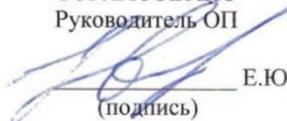


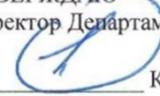


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
Политехнический институт (Школа)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

  
Е.Ю. Дорогов  
(подпись)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Департамента энергетических систем

  
К.А. Штым  
(подпись)  
22 декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
*Природоохранные технологии на теплоэлектростанции*  
**Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**  
Профиль «Инжиниринг теплоэнергетических систем»

Форма подготовки: очная

курс 4 семестр 7  
лекции 36 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы не предусмотрены  
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.  
самостоятельная работа 36 час.  
в том числе на подготовку к экзамену не предусмотрено  
зачет 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 143 от 28.02.2018.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем от 29 декабря 2021 протокол № 4.

Директор Департамента энергетических систем: д.т.н., профессор Штым К.А.

Составитель: ст.преподаватель Упский М.В.

Владивосток  
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины:

**Цель** дисциплины: формирование необходимой базы знаний для обеспечения подготовки в области современного состояния защиты воздушного и водного бассейнов при выработке энергии на ТЭС, рассмотрение проблемы охраны окружающей в России и в мире. Получение навыков, необходимых для решения практических задач инженерной деятельности по направлению подготовки.

**Задачами** дисциплины являются формирование у студентов следующих навыков:

- изучение факторов, лежащих в основе выбросов ТЭС и их воздействия на окружающую среду, процессов золоулавливания на ТЭС.

- изучение методов снижения выбросов оксидов азота и серы, рассеивания выбросов в атмосфере, расчёта рассеивания вредных примесей в атмосфере и выбора числа дымовых труб.

- изучение факторов загрязнения водных бассейнов производственными сточными водами ТЭС, образования сточных вод и их очистки, путей сокращения количества сточных вод.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируется следующие профессиональные компетенции:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5. Способность к проведению мероприятий по экологической безопасности на энергетических системах и комплексах	Знает структуру вредных отходов, образующихся на ТЭС; принципы и эффекты, применяемые в природоохранных технологиях, основные технологические схемы, используемые при борьбе с вредными выбросами и сбросами, правовые механизмы регулирования в области экологической безопасности.
ПК-5.1. Способность осуществлять контроль за соблюдением технологических режимов природоохранных объектов; составляет технологические регламенты, графики аналитического контроля, паспорта и другую техническую документацию	Умеет разрабатывать методы подавления образования вредных выбросов в технологических процессах на ТЭС, оценивать вредное воздействие на ТЭС на определённую природную среду, проектировать очистную аппаратуру, рассчитывать выбросы вредных веществ в атмосферу и водные объекты

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5.2. Способность осуществлять проверку соответствия технического состояния оборудования требованиям охраны окружающей среды	Владеет методами расчёта основных элементов природоохранного оборудования.
ПК-5.3. Знает действующие нормы и правила по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов	

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единиц (108 академических часа), (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам). Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия – 36 часов, практические занятия – 36 часов, самостоятельная работа – 36 час. Дисциплина реализуется в 7 семестре 4 курса. Форма контроля: зачет.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

## Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Контр оль
1	Раздел I. Защита воздушного бассейна от выбросов ТЭС	7	18		18		18		Зачет Вопросы к зачету 1-14
2	Раздел II. Защита водного бассейна от сбросов ТЭС	7	18		18		18		Зачет Вопросы к зачету 15-28
	Итого:		36		36		36		

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Лекционные занятия (36 час.)**

### **Раздел I. Защита воздушного бассейна от выбросов ТЭС (18 час.)**

#### **Тема 1. Выбросы ТЭС и их влияние на окружающую среду (4 час.) с использованием интерактивного метода "Групповое обсуждение"**

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания. Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед студентами ставится проблема, связанная с выбросами ТЭС и котельных в атмосферу и их влияние на человека и природу. Студенты делятся на три-четыре большие подгруппы и каждой подгруппе выделяется определенное время (25-30 минут), в течение которого студенты должны подготовить аргументированный развернутый ответ. Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения. На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем.

#### **Тематика для группового обсуждения:**

Особенности экологии энергетики. Выбросы ТЭС и котельных в атмосферу и их влияние на человека и природу. Процессы превращения загрязнений в приземном слое атмосферы.

#### **Тема 2. Золоулавливание на ТЭС (4 час.)**

Основы теории золоулавливания. Характеристики золы, шлака и дымовых газов. Основы теории золоулавливания. Инерционные золоуловители. Мокрые золоуловители. Электрофильтры. Расчёт и проектирование золоуловителей.

#### **Тема 3. Снижение выбросов оксидов азота и серы (4 час.)**

Очистка продуктов сгорания от оксидов серы. Сера в топливе и удаление серы на нефтеперерабатывающих заводах. Переработка сернистых топлив перед сжиганием. Очистка продуктов сгорания от оксидов серы. Оксиды азота. Образование оксидов азота. Методы подавления образования оксидов азота в топках котлов.

#### **Тема 4. Рассеивание выбросов в атмосфере (3 час.)**

Рассеивание выбросов. Рассеивание выбросов из дымовых труб ТЭС в атмосфере. Уравнение турбулентной диффузии примесей. Подъём дымового факела над устьем дымовой трубы.

#### **Тема 5. Расчёт рассеивания вредных примесей в атмосфере и выбор числа дымовых труб (3 час.)**

Методика расчёта рассеивания. Методика расчёта рассеивания вредных примесей и выбор высоты дымовой трубы. Типы дымовых труб.

## **Раздел II. Защита водного бассейна от сбросов ТЭС (18 час.)**

### **Тема 6. Загрязнение водных бассейнов производственными сточными водами ТЭС (6 час.)**

Характеристика водоёмов. Основные понятия о процессах, протекающие в водоёмах, нормах сброса сточных вод, ПДК примесей в воде. Классификация сточных вод.

#### **Тема 7. Очистка сточных вод (6 час.)**

Классификация методов очистки. Сточные воды водоподготовительных установок и конденсатоочисток. Сточные воды, загрязнённые нефтепродуктами. Воды обмывок наружных поверхностей нагрева. Сточные воды химических промывок и консервации оборудования. Сточные воды системы гидрозолоудаления.

#### **Тема 8. Пути сокращения количества сточных вод (6 час.)**

Сокращение сброса стоков. Сокращение количества сточных вод водоподготовительных установок и конденсатоочисток. Сокращение сброса нефтепродуктов. Сокращение сбросов примесей с обмывочными водами котлов. Сокращение сбросов примесей от химических промывок и консервации оборудования. Сокращение сбросов примесей из системы гидрозолоудаления.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **Практические занятия (36 час.)**

#### **Занятие 1. Расчёт инерционных золоуловителей (2 час.)**

Параметр золоулавливания. Необходимое сечение батарейного циклона, степень уноса. Аэродинамическое сопротивление.

#### **Занятие 2. Расчёт мокрых золоуловителей (1 час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс»**

Студенты выполняют эксплуатационные операции, связанные с расчетом мокрых золоуловителей. При проведении занятий используется метод интерактивного обучения «Мастер-класс».

Мастер–класс – это главное средство передачи концептуальной новой идеи своей (авторской) педагогической системы. Преподаватель как профессионал на протяжении ряда лет вырабатывает индивидуальную (авторскую) методическую систему, включающую целеполагание, проектирование, использование последовательности ряда известных

дидактических и воспитательных методик, занятий, мероприятий, собственные «ноу-хау», учитывает реальные условия работы с различными категориями учащихся и т.п.

Основные преимущества мастер-класса — это уникальное сочетание короткой теоретической части и индивидуальной работы, направленной на приобретение и закрепление практических знаний и навыков

**Вступление** Преподавателем объясняет основные операции, связанные с выбором типоразмером каплеуловителя, расчетом параметра золоулавливания, гидравлического сопротивление коагулятора Вентури.

**Основная часть** Преподаватель последовательно выполняет основные операции по выбору типоразмера каплеуловителя, расчету параметра золоулавливания и гидравлического сопротивление коагулятора Вентури, акцентируя внимание на возможных сложностях и этапах, где возможно совершение ошибок. После этого студентами индивидуально выполняется аналогичные операции. Преподаватель выполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею. Преподаватель совместно со студентами проводит обсуждение получившихся моделей по результатам проведенного занятия.

**Выводы** проводится дискуссия по результатам совместной деятельности преподавателя и студентов.

### **Занятие 3. Расчёт электрофильтров (4 час.)**

Активное сечение, степень уноса. Поверхность осаждения. Количество полей электрофильтра. Параметр золоулавливания.

### **Занятие 4. Расчёт выбросов оксидов серы. (3 час.)**

Изучение методики расчёта выбросов оксидов серы. Решение практических задач на выброс оксидов серы.

### **Занятие 5. Расчёт выбросов оксидов азота. (3 час.)**

Изучение методики расчёта выбросов оксидов азота. Решение практических задач на выброс оксидов азота.

### **Занятие 6. Расчёт максимальных приземных концентраций (2 час.)**

Изучение методики расчёта приземных концентраций. Решение практических задач на расчет максимальных приземных концентраций.

### **Занятие 7. Выбор типа и числа дымовых труб (1 час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс»**

Студенты выполняют эксплуатационные операции, связанные с выбором типа и числа дымовых труб. При проведении занятий используется метод интерактивного обучения «Мастер-класс».

Мастер–класс – это главное средство передачи концептуальной новой идеи своей (авторской) педагогической системы. Преподаватель как

профессионал на протяжении ряда лет вырабатывает индивидуальную (авторскую) методическую систему, включающую целеполагание, проектирование, использование последовательности ряда известных дидактических и воспитательных методик, занятий, мероприятий, собственные «ноу-хау», учитывает реальные условия работы с различными категориями учащихся и т.п.

Основные преимущества мастер-класса — это уникальное сочетание короткой теоретической части и индивидуальной работы, направленной на приобретение и закрепление практических знаний и навыков

**Вступление** Преподавателем объясняет основные операции, связанные с изучением методики подбора типа дымовых труб и решением практических задач по подбору дымовых труб.

**Основная часть** Преподаватель последовательно выполняет основные операции, связанные с решением практических задач по подбору дымовых труб, акцентируя внимание на возможных сложностях и этапах, где возможно совершение ошибок. После этого студентами индивидуально выполняются аналогичные операции. Преподаватель выполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею. Преподаватель совместно со студентами проводит обсуждение получившихся моделей по результатам проведенного занятия.

**Выводы** проводится дискуссия по результатам совместной деятельности преподавателя и студентов.

#### **Занятие 8. Расчёт высоты дымовой трубы (2 час.)**

Изучение методики расчёта высоты дымовой трубы. Решение практических задач по расчёту длин дымовых труб.

#### **Занятие 9. Схемы очистки сточных вод водоподготовительных установок (2 час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс»**

Студенты выполняют эксплуатационные операции, связанные с выбором схем очистки сточных вод водоподготовительных установок. При проведении занятий используется метод интерактивного обучения «Мастер-класс».

Мастер–класс – это главное средство передачи концептуальной новой идеи своей (авторской) педагогической системы. Преподаватель как профессионал на протяжении ряда лет вырабатывает индивидуальную (авторскую) методическую систему, включающую целеполагание, проектирование, использование последовательности ряда известных дидактических и воспитательных методик, занятий, мероприятий,

собственные «ноу-хау», учитывает реальные условия работы с различными категориями учащихся и т.п.

Основные преимущества мастер-класса — это уникальное сочетание короткой теоретической части и индивидуальной работы, направленной на приобретение и закрепление практических знаний и навыков

**Вступление** Преподавателем объясняет основные операции, связанные с анализом схем очистки сточных вод водоподготовительных установок и выбором оптимальной принципиальной схемы в зависимости от состава и концентрации загрязнений.

**Основная часть** Преподаватель последовательно выполняет основные операции, связанные с анализом схем очистки сточных вод водоподготовительных установок и выбором оптимальной принципиальной схемы в зависимости от состава и концентрации загрязнений, акцентируя внимание на возможных сложностях и этапах, где возможно совершение ошибок. После этого студентами индивидуально выполняется аналогичные операции. Преподаватель выполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею. Преподаватель совместно со студентами проводит обсуждение получившихся моделей по результатам проведенного занятия.

**Выводы** проводится дискуссия по результатам совместной деятельности преподавателя и студентов.

#### **Занятие 10. Схемы очистки нефтесодержащих сточных вод (4 час.)**

Анализ схем очистки нефтесодержащих сточных вод.

Выбор оптимальной принципиальной схемы в зависимости от концентрации нефтепродуктов.

#### **Занятие 11. Схемы очистки обмывочных вод котлов (4 час.)**

Анализ схем очистки обмывочных вод котлов.

Выбор оптимальной принципиальной схемы в зависимости от состава и концентрации загрязнений.

#### **Занятие 12. Схемы очистки сточных вод химических промывок (4 час.)**

Анализ схем очистки сточных вод химических промывок и консервации оборудования.

Выбор оптимальной принципиальной схемы в зависимости от состава и концентрации загрязнений.

#### **Занятие 13. Схем очистки сточных вод гидрозолоудаления (4 час.)**

Анализ схем очистки сточных вод гидрозолоудаления.

Выбор оптимальной принципиальной схемы в зависимости от состава и концентрации загрязнений.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Природоохранные технологии на теплоэлектростанции» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	7 семестр	Самостоятельное изучение: Тема 1. Защита воздушного бассейна от выбросов ТЭС	15	УО-1.1-28
2	7 семестр	Самостоятельное изучение: Тема 2. Защита водного бассейна от сбросов ТЭС	15	УО-2.1-22
3	7 семестр	Подготовка к зачету	6	Зачет Вопросы 1-28

#### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Задание №1 и 3 (п.1 и 3). Изучение учебных пособий [1-4, основная литература] на тему " Защита воздушного бассейна от выбросов ТЭС ", "Защита водного бассейна от сбросов ТЭС ".

Студенты самостоятельно изучают электронное учебное пособие по заданным тематикам. В ходе организации самостоятельного изучения учебного пособия студентами решаются следующие задачи:

- углублять и расширять профессиональные знания студентов;
- сформировать интерес к учебно-познавательной деятельности;
- научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- развивать познавательные способности будущих специалистов.

Задание №2 и 4. Подготовка к зачету и экзамену. Студенты самостоятельно готовятся к зачету и экзамену по приведенным вопросам.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Задания №1 и 3. Задания готовятся устно и представляются в виде ответов при проведении собеседования. Для контроля используются оценочные средства текущего контроля УО-1 и УО-2.

Задание №2 и 4. Выполняется письменно в виде ответов на вопросы при проведении зачетов или экзамена, форма оформления свободная. Для контроля используются оценочные средства промежуточной аттестации в виде вопросов.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

#### **Критерии оценки (устный ответ) на собеседовании**

100-85 баллов (отлично) - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов (хорошо)- ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл (удовлетворительно) – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов (неудовлетворительно)– ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

#### **Критерии оценки при ответе (письменный ответ) на зачетные/экзаменационные вопросы**

100-86 баллов (отлично) - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

85-76 - баллов (хорошо) - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

75-61 - балл (удовлетворительно) – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии

учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

60-50 баллов (неудовлетворительно) – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Защита воздушного бассейна от выбросов ТЭС	ПК-5	знает	УО-1.1-9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
			умеет	УО-1.10-19	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
			владеет	УО-1.20-28	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 Зачет 1-28
2	Раздел II. Защита водного бассейна от сбросов ТЭС	ПК-5	знает	УО-2.1-7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
			умеет	УО-2.8-15	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
			владеет	УО-2.16-22	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 Экзамен 1-22

## **V. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Безопасность жизнедеятельности в энергетике : учебник для вузов / [В. Г. Еремин, В. В. Сафронов, А. Г. Схиртладзе и др.]. - Москва : Академия, 2010. - 399 с.
2. Панин В.Ф. Конспект лекций по учебной дисциплине “Теоретические основы защиты окружающей среды” – Томск : ТПУ, 2009. – 115 с.
3. Кукушкина, И. И. Топливо-энергетическое производство и состояние окружающей среды : учебное пособие /И. И. Кукушкина, Г. Л. Евменова ; Кемеровский государственный университет. - Томск : [Изд-во Томского педагогического университета], 2009. - 293 с.
4. Защита водной среды от воздействия энергетических установок : учебное пособие для вузов /А. Ф. Дорохов, А. В. Кораблин, М. Н. Покусаев [и др.]. - Москва : Колос, 2009. - 263 с.
5. Светлов, И. Б. ТЭК Дальнего Востока и состояние окружающей среды /И. Б. Светлов, С. Г. Гулькина ; Дальневосточный государственный технический университет. - Владивосток : Дальнаука , 2006. - 129 с.
6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.
7. Процессы и аппараты пылеочистки. А.Г. Ветошкин. Учебное пособие. – Москва: Арбис, 2012.

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Повышение экологической безопасности ТЭС: Учеб. пособие для вузов/ А. И. Абрамов, Д. П. Елизаров, А. Н. Ремезов и др.; Под ред. А. С. Седлова. - М.: МЭИ, 2002. - 378 с.
2. Щинников П.А. Некоторые экологические проблемы от действия ТЭС и возможные пути их решения: Учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.
3. Рихтер А.А., Покровский В.Н. Охрана водного и воздушного бассейнов.1981.
4. Покровский В.Н. Очистка сточных вод ТЭС. 1980.
5. Залогин Н.Г. Энергетика и охрана окружающей среды. 1976.
6. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л:Недра, 1988 – 312 с.

7. Волков Э.П. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1987. - 280с.
8. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час. МОСКВА 1999.
9. Борщев Д.Я., Воликов А.Н. Защита окружающей среды при эксплуатации котлов малой мощности. — М.: Стройиздат, 2001. — 159 с.
10. Русаков Н.А. Справочник по пыли и золоулавливанию. – М.: Энергоатомиздат, 1983 г.
11. Обухов И.В. Определение вредных выбросов энергетического котла Мет. ук. к л/р 2000г.
12. Ларичкин, В. В. Экология энергетических объектов. Практикум : учеб. пособие / Ларичкин В. В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 136 с.
13. Расчёт рассеивания в атмосфере вредных выбросов: Метод. указания к практическим и лаб. Ч.1 Ульянов В.А. и др. Н.Новгород: НГТУ, 2007 - 13 с.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. «КиберЛенинка» – научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).  
<http://cyberleninka.ru/>
2. «BWT» – ресурс производителя средств водоподготовки.  
[http://www.bwt.ru/useful-info/?ELEMENT\\_ID=848](http://www.bwt.ru/useful-info/?ELEMENT_ID=848)
3. Информационно-аналитический центр "Экология энергетики" МЭИ.  
<http://ecopower.ru/>

#### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При чтении лекций по всем темам активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Microsoft Power Point и Adobe Reader. Для показа видеофильмов по тематике изучаемой дисциплины используется VLC media player, — бесплатный и свободный кросс-платформенный медиаплеер и медиаплатформа с открытым исходным кодом.

На практических занятиях студенты используются тренажеры с динамическими компьютерными мнемосхемами "Котел БКЗ-75-39" и "Блок 200 МВт Приморской ГРЭС".

Для самостоятельного изучения учебных пособий студентами используются приложения: Adobe Reader, WinDjView.

Для проверки знаний по различным темам и разделам изученных в ходе аудиторных занятий, а так же в процессе самостоятельной работы используется

система программ для создания и проведения компьютерного тестирования, сбора и анализа их результатов MyTestX.

Для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем используется электронная почта, технология и предоставляемые ею услуги по пересылке и получению электронных сообщений, называемых «письма» или «электронные письма», по распределённой, в том числе глобальной, компьютерной сети, преподавателя и обучающихся.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Успешное усвоение курса предполагает активное, творческое участие студента на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. *Общие рекомендации:* изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы и разработок, указанных в программе, особое внимание уделяется целям, задачам, структуре и содержанию курса. *Работа с конспектом лекций.* Просмотрите конспект сразу после занятий. Пометьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Важно проводить дополнительную работу с текстом конспекта: внимательно прочитать его; дополнить записи материалами из других источников, рекомендованных преподавателем; выделить все незнакомые понятия и термины и в дальнейшем поместить их в словарь. Наличие словаря определяет степень готовности студента к экзамену и работает как допуск к заключительному этапу аттестации. Необходимо систематически готовиться к практическим занятиям, изучать рекомендованные к прочтению статьи и другие материалы. Методический материал, обеспечивает рациональную организацию самостоятельной работы студентов на основе систематизированной информации по темам занятий курса. Практика – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы практика – один из видов практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, ведущего научные исследования по тематике практики и являющегося знатоком данной проблемы или отрасли научного знания. Практика

предназначается для углубленного изучения той или иной дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. Можно отметить, однако, что при изучении дисциплины в вузе практика является не просто видом практических занятий, а, наряду с лекцией, основной формой учебного процесса. Ведущей дидактической целью практических занятий является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умений работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием практических занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы ведения занятия является совместная работа преподавателя и студентов над решением практических задач, а сам поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности. Оценка производится через механизм совместного обсуждения, сопоставления предложенных вариантов ответов с теоретическими и эмпирическими научными знаниями, относящимися к данной предметной области. Это ведет к возрастанию возможностей осуществления самооценки собственных знаний, умений и навыков, выявлению студентами «белых пятен» в системе своих знаний, повышению познавательной активности.

Университет обеспечивает учебно-методическую и материально-техническую базу для организации самостоятельной работы студентов.

Библиотека университета обеспечивает:

- учебный процесс необходимой литературой и информацией (комплектует библиотечный фонд учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с учебными планами и программами, в том числе на электронных носителях);

- доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

Кафедра:

- обеспечивает доступность всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- разрабатывает: учебно-методические комплексы, программы, пособия, материалы по учебным дисциплинам в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами;

- методические рекомендации, пособия по организации самостоятельной работы студентов;

- задания для самостоятельной работы;
- темы рефератов и докладов;
- вопросы к экзаменам и зачетам.

Изучение каждой дисциплины заканчивается определенными методами контроля, к которым относятся: текущая аттестация, зачеты и экзамены. Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Первоначально следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В ходе обучения по курсу «Природоохранные технологии на теплоэлектростанции» используются следующие средства:

- а) мультимедийные аудитории оснащенные проектором и динамиками для проведения аудиовизуальных презентаций;
- б) аудитории оснащенные компьютерами для проведения практических занятий;
- в) система программ для создания и проведения компьютерного тестирования, сбора и анализа их результатов MyTestX.

**VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**Паспорт**  
**фонда оценочных средств**  
**по дисциплине Природоохранные технологии на**  
**теплоэлектростанции**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5. Способность к проведению мероприятий по экологической безопасности на энергетических системах и комплексах	Знает структуру вредных отходов, образующихся на ТЭС; принципы и эффекты, применяемые в природоохранных технологиях, основные технологические схемы, используемые при борьбе с вредными выбросами и сбросами, правовые механизмы регулирования в области экологической безопасности.
ПК-5.1. Способность осуществлять контроль за соблюдением технологических режимов природоохранных объектов; составляет технологические регламенты, графики аналитического контроля, паспорта и другую техническую документацию	Умеет разрабатывать методы подавления образования вредных выбросов в технологических процессах на ТЭС, оценивать вредное воздействие на ТЭС на определённую природную среду, проектировать очистную аппаратуру, рассчитывать выбросы вредных веществ в атмосферу и водные объекты
ПК-5.2. Способность осуществлять проверку соответствия технического состояния оборудования требованиям охраны окружающей среды	Владеет методами расчёта основных элементов природоохранного оборудования.
ПК-5.3. Знает действующие нормы и правила по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов	

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Защита воздушного бассейна от выбросов ТЭС	ПК-5	знает	УО-1.1-9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
			умеет	УО-1.10-19	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
			владеет	УО-1.20-28	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 Зачет 1-28
2	Раздел II. Защита водного бассейна от сбросов ТЭС	ПК-5	знает	УО-2.1-7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
			умеет	УО-2.8-15	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
			владеет	УО-2.16-22	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 Экзамен 1-22

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	Показатели	
ПК-5. Способность к проведению мероприятий по экологической безопасности на энергетических системах и комплексах	знает (пороговый уровень)	Структуру вредных отходов, образующихся на ТЭС; принципы и эффекты, применяемые в природоохранных технологиях, основные технологические схемы, используемые при борьбе с вредными выбросами и сбросами, правовые механизмы регулирования в области экологической	Знание структуры вредных отходов, образующихся на ТЭС; принципов и эффектов, применяемых в природоохранных технологиях, основных технологических схем, используемых при борьбе с вредными выбросами и сбросами, правовых механизмов регулирования в области экологической	Способен дать определения принципам и эффектам, применяемым в природоохранных технологиях, основным технологическим схемам, используемым при борьбе с вредными выбросами и сбросами, правовым механизмам регулирования в области экологической безопасности.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	Показатели	
		безопасности.	безопасности.	
	умеет (продвинутый)	Разрабатывать методы подавления образования вредных выбросов в технологических процессах на ТЭС, оценивать вредное воздействие на ТЭС на определённую природную среду, проектировать очистную аппаратуру, рассчитывать выбросы вредных веществ в атмосферу и водные объекты	Умение разрабатывать методы подавления образования вредных выбросов в технологических процессах на ТЭС, оценивать вредное воздействие на ТЭС на определённую природную среду	Способен применять теоретические знания для проектирования очистной аппаратуры, расчетов выбросов вредных веществ в атмосферу и водные объекты
	Владеет (высокий)	Методами расчёта основных элементов природоохранного оборудования.	Владение методами расчёта основных элементов природоохранного оборудования.	Владеет методами расчёта основных элементов природоохранного оборудования.

### Зачетные материалы

#### Список вопросов к зачету

1. Природоохранные механизмы для стимулирования рационального природопользования ТЭС.
2. Классификация отходов, образующихся на ТЭС.
3. Классификация продуктов сгорания органических топлив.
4. Классы опасности продуктов сгорания топлив.
5. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе.
6. Предельно допустимые массовые выбросы (ПДВ).
7. Нормативные удельные выбросы (НУВ).
8. Золоулавливание. Характеристики золы, способы золоулавливания.
9. Расчёт золоуловителей (степень улавливания, степень проскока, кинематический параметр золоулавливания, параметр формы).
10. Инерционные (циклонные) золоуловители (схема, принцип действия, эффективность золоулавливания, факторы, влияющие на параметр золоулавливания  $\Pi$ ).

11. Электрофильтры (схема, принцип действия, эффективность золоулавливания, факторы, влияющие на параметр золоулавливания  $L$ ).
12. Рукавные тканевые фильтры (схема, принцип действия, эффективность золоулавливания, требования к материалу фильтра).
13. Роторные фильтры (схема, принцип действия, эффективность золоулавливания).
14. Мокрые золоуловители с трубами Вентури (схема, принцип действия, эффективность золоулавливания).
15. Снижение выбросов  $SO_2$  (влияние  $SO_2$  на окружающую среду, способы уменьшения выбросов  $SO_2$ , эффективность работы сероулавливающей установки).
16. Первичная подготовка топлива (механическое обогащение, термохимическая обработка).
17. Очистка дымовых газов от  $SO_2$  (сухая известковая технология, мокро-сухая технология E- $SO_x$ ).
18. Мокрые технологии очистки дымовых газов от  $SO_2$ : регенеративные (аммиачно-циклический метод), нерегенеративные (мокроизвестняковая, мокроизвестковая).
19. Снижение выбросов оксидов азота (влияние  $N_xO_y$  на окружающую среду, способы уменьшения выбросов  $N_xO_y$ ).
20. Зависимость образования оксидов азота от температуры сжигания топлива.
21. Снижение выбросов оксидов азота (сжигание топлива с малыми коэффициентами избытка воздуха, рециркуляция продуктов сгорания).
22. Снижение выбросов оксидов азота (трёхступенчатое сжигание топлив, впрыск влаги в зону горения, снижение температуры горячего воздуха).
23. Образование бензапирена при сжигании топлив и его опасность для окружающей среды.
24. Неорганизованные выбросы ТЭС. Пыление угольных складов.
25. Неорганизованные выбросы ТЭС. Влияние золоотвалов на окружающую среду.
26. Неорганизованные выбросы ТЭС. Выбросы из мазутохранилищ.
27. Утилизация золошлаковых отходов.
28. Максимальная приземная концентрация. График изменения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы.

## Комплект оценочных средств для текущей аттестации

### УО-1 Собеседование

#### Вопросы по темам/разделам дисциплины

1. Природоохранные механизмы для стимулирования рационального природопользования ТЭС.
2. Классификация отходов, образующихся на ТЭС.
3. Классификация продуктов сгорания органических топлив.
4. Классы опасности продуктов сгорания топлив.
5. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе.
6. Предельно допустимые массовые выбросы (ПДВ).
7. Нормативные удельные выбросы (НУВ).
8. Золоулавливание. Характеристики золы, способы золоулавливания.
9. Расчёт золоуловителей (степень улавливания, степень проскока, кинематический параметр золоулавливания, параметр формы).
10. Инерционные (циклонные) золоуловители (схема, принцип действия, эффективность золоулавливания, факторы, влияющие на параметр золоулавливания  $L$ ).
11. Электрофильтры (схема, принцип действия, эффективность золоулавливания, факторы, влияющие на параметр золоулавливания  $L$ ).
12. Рукавные тканевые фильтры (схема, принцип действия, эффективность золоулавливания, требования к материалу фильтра).
13. Роторные фильтры (схема, принцип действия, эффективность золоулавливания).
14. Мокрые золоуловители с трубами Вентури (схема, принцип действия, эффективность золоулавливания).
15. Снижение выбросов  $SO_2$  (влияние  $SO_2$  на окружающую среду, способы уменьшения выбросов  $SO_2$ , эффективность работы сероулавливающей установки).
16. Первичная подготовка топлива (механическое обогащение, термохимическая обработка).
17. Очистка дымовых газов от  $SO_2$  (сухая известковая технология, мокро-сухая технология E- $SO_x$ ).
18. Мокрые технологии очистки дымовых газов от  $SO_2$ : регенеративные (аммиачно-циклический метод), нерегенеративные (мокроизвестняковая, мокроизвестковая).
19. Снижение выбросов оксидов азота (влияние  $N_xO_y$  на окружающую среду, способы уменьшения выбросов  $N_xO_y$ ).

20. Зависимость образования оксидов азота от температуры сжигания топлива.

21. Снижение выбросов оксидов азота (сжигание топлива с малыми коэффициентами избытка воздуха, рециркуляция продуктов сгорания).

22. Снижение выбросов оксидов азота (трёхступенчатое сжигание топлив, впрыск влаги в зону горения, снижение температуры горячего воздуха).

23. Образование бензапирена при сжигании топлив и его опасность для окружающей среды.

24. Неорганизованные выбросы ТЭС. Пыление угольных складов.

25. Неорганизованные выбросы ТЭС. Влияние золоотвалов на окружающую среду.

26. Неорганизованные выбросы ТЭС. Выбросы из мазутохранилищ.

27. Утилизация золошлаковых отходов.

28. Максимальная приземная концентрация. График изменения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы.

## **УО-2 Собеседование**

### **Вопросы по темам/разделам дисциплины**

1. Классификация типов вод, используемых в работе ТЭС.
2. Нормативно чистые, нормативно очищенные сточные воды. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воде. Предельно допустимый сброс веществ в водные объекты.
3. Общий баланс воды на ТЭС. Полное водопотребление на ТЭС.
4. Классификация сточных вод, образующихся на ТЭС.
5. Нагретые сточные воды. Расход охлаждающей воды на конденсатор. Прямоточная система охлаждения конденсаторов. Обратная система охлаждения конденсаторов. Потери воды в системах оборотного охлаждения.
6. Регенерационные сточные воды ВПУ.
7. Замазученные и замасленные воды.
8. Сточные воды химических промывок и консервации оборудования (состав и концентрации загрязнений; реагенты, применяемые для химических промывок).
9. Сточные воды обмывки наружных поверхностей нагрева котлов (состав и концентрации загрязнений; способы очистки поверхностей от отложений; применяемые реагенты).
10. Продувочные воды оборотных систем ГЗУ.
11. Поверхностные ливневые и талые воды.

12. Обязательный перечень нормируемых и контролируемых показателей состава сточных вод ТЭС.

13. Механическая очистка сточных вод (удаляемые загрязнения, применяемое оборудование).

14. Химическая очистка сточных вод (виды химической очистки, удаляемые загрязнения). Физико-химические методы очистки сточных вод ТЭС.

15. Очистка сточных вод, загрязнённых нефтепродуктами. Принцип работы нефтеловушки. Принцип работы флотатора.

16. Очистка сточных вод химических промывок и консервации оборудования (принципиальная схема очистной установки).

17. Очистка обмывочных вод поверхностей нагрева котлов (принципиальная схема очистной установки, качественный состав образующегося шлама; недостатки существующих схем очистки).

18. Обезвреживание продувочных вод ГЗУ (применяемые реагенты, качественный состав образующегося шлама).

19. Очистка поверхностных сточных вод ТЭС (принципиальная схема очистной установки; природоохранные мероприятия для уменьшения выноса загрязняющих веществ).

20. Утилизация сточных вод ВПУ (способы очистки, применяемое оборудование).

21. Безреагентные методы обработки сточных вод ТЭС (перечислить, кратко описать). Достоинства безреагентных методов.

22. Магнитная обработка воды (принцип действия магнитной установки; условия эффективной эксплуатации магнитных установок).

### **Примеры тестовых заданий**

#### **Задание 1**

*Вопрос:*

Какие методы относятся к химической очистке сточных вод?

*Выберите несколько из 5 вариантов ответа:*

- 1) Нейтрализация
- 2) Окисление
- 3) Восстановление
- 4) Хлоридонизация
- 5) Иодидный метод

#### **Задание 2**

*Вопрос:*

Во сколько раз, запас воды (дебит) источника должен превышать потребность ТЭС в охлаждающей воде, чтобы влияние сбросной теплоты не нарушало экосистему водоёма.

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

- 1) В 3-4 раза 2) В 10 раз 3) В 20 раз 4) В 7-8 раз

### **Задание 3**

*Вопрос:*

Из каких составляющих состоит полное водопотребление

*Выберите несколько из 5 вариантов ответа:*

- 1) Свежая вода 2)оборотная вода 3) Повторно используемая вода. 4)

Сточные воды

- 5) Регенерационные воды

### **Задание 4**

*Вопрос:*

Какие существуют фильтры для очистки дымовых газов от твердых частиц?

*Выберите несколько из 5 вариантов ответа:*

- 1) Электрофильтр 2) Рукавные тканевые фильтры 3) Роторные фильтры  
4) Фланцевые фильтры 5) Муфтовые фильтры

### **Задание 5**

*Вопрос:*

Принцип действия какого фильтра базируется на создании неравномерного электрического поля высокой напряженности и образовании коронного разряда в окрестности коронирующих электродов?

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

- 1) Рукавный тканевой фильтр 2) Электрофильтр 3) Роторный фильтр 4)  
Угольный фильтр

### **Задание 6**

*Вопрос:*

Повышение концентрации SO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе....

*Укажите истинность или ложность вариантов ответа:*

- Приводит к раздражению слизистых оболочек глаз  
 Наносит ущерб растительности и водным организмам  
 Способствует образованию кислотных дождей  
 Улучшает погодные условия  
 Улучшает слух

### **Задание 7**

*Вопрос:*

Для золоулавливания имеют значения следующие параметры летучей золы:

*Выберите несколько из 4 вариантов ответа:*

- 1) размер частиц 2) магнитная восприимчивость 3) удельный вес 4)  
удельное электрическое сопротивление

### **Задание 8**

*Вопрос:*

Золоулавливание основано на выделении из потока дымовых газов твёрдых частиц под действием:

*Выберите несколько из 4 вариантов ответа:*

- 1) коэциентивной силы
- 2) электростатических сил и электрического поля
- 3) фильтрации через ткань или зернистый слой
- 4) силы упругости

### **Задание 9**

*Вопрос:*

Выберите два метода безреагентной обработки сточных вод.

*Выберите несколько из 4 вариантов ответа:*

- 1) Ионнообменный метод
- 2) Метод обратного осмоса
- 3) Умягчение катионированием
- 4) Магнитная обработка

### **Задание 10**

*Вопрос:*

Сопоставьте методы очистки сточных вод с их принципом работы.

*Укажите соответствие для всех 3 вариантов ответа:*

- 1) При вращении барабана уровень жидкости в нем повышается, что способствует его самоочищению. Для удаления из воды песка и других взвешенных частиц используют песколовки.
- 2) Этот метод применяется для удаления растворенных веществ как перед подачей на биологическую очистку, так и в оборотных системах водопользования.
- 3) метод очистки воды, основанный на прилипанию взвешенных в ней примесей к пузырькам воздуха и всплывании их на поверхность.

\_\_\_ Химическая очистка сточных вод

\_\_\_ Механическая очистка сточных вод

\_\_\_ Физико-химическая очистка сточных вод

### **Критерии оценки (устный ответ) на собеседовании**

✓ 100-85 баллов (отлично) - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и

последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов (хорошо)- ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно)– ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Критерии оценки при ответе (письменный ответ) на экзаменационные вопросы**

✓ 100-86 баллов (отлично) - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно

рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов (хорошо) - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определено и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно) – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

### **Методические рекомендации, определяющих процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Природоохранные технологии на теплоэлектростанции» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Природоохранные технологии на теплоэлектростанции» проводится в форме контрольных мероприятий (собеседование) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина «Природоохранные технологии на теплоэлектростанции» (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний по дисциплине «Природоохранные технологии на теплоэлектростанции»;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Природоохранные технологии на теплоэлектростанции» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Природоохранные технологии на теплоэлектростанции» проводится в форме контрольных мероприятий (7 семестр - зачет) в письменной форме в виде ответов на вопросы приведенные в разделе зачетные материалы ФОС.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене по дисциплине «Природоохранные технологии на теплоэлектростанции»:**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями. Привязать к дисциплине</i>
100-86	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Уверенно применяет теоретические знания для выполнения поиска необходимой информации для изучения и моделирования теплоэнергетического оборудования, запуска, проведения необходимых операций и получения конкретных результатов при имитации работы теплоэнергетического оборудования, знает основные возможности интернет-технологий в теплоэнергетике, возможности и структуру профессиональных компьютерных тренажеров. Умеет работать с нормативными документами, справочной литературой и другими информационными источниками. Владеет приемами выполнения необходимых операций подготовки справочного материала, расчетов с использованием профессиональных компьютерных программ, приемами выполнения задач по имитации работы котлоагрегатов, турбин, тепловых сетей и тепловой электростанции в целом.
85-76	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Уверенно применяет теоретические знания для выполнения поиска необходимой информации для изучения и моделирования теплоэнергетического оборудования, запуска, проведения необходимых операций и получения конкретных результатов при имитации работы теплоэнергетического оборудования, знает основные возможности интернет-технологий в теплоэнергетике, возможности и структуру профессиональных компьютерных тренажеров. Умеет работать с нормативными

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями. Привязать к дисциплине</i>
		документами, справочной литературой и другими информационными источниками; выполнять необходимые операции подготовки справочного материала, расчетов с использованием профессиональных компьютерных программ.
75-61	<i>«зачтено»/ «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Частично знает основные возможности интернет-технологий в теплоэнергетике, возможности и структуру профессиональных компьютерных тренажеров, приемы выполнения необходимых операций подготовки справочного материала, расчетов с использованием профессиональных компьютерных программ
60-50	<i>«не зачтено»/ «неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Не знает основные возможности интернет-технологий в теплоэнергетике, возможности и структуру профессиональных компьютерных тренажеров, приемы выполнения необходимых операций подготовки справочного материала, расчетов с использованием профессиональных компьютерных программ, приемы выполнения задач по имитации работы котлоагрегатов, турбин, тепловых сетей и тепловой электростанции в целом.