

Федеральное агентство по образованию  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ А.Б. Булгаков

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007г.

«ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТЭС»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
(КУРС ПО ВЫБОРУ)

для специальности 140101 (Тепловые электростанции)

Составитель: Кезина Т.В., доцент каф. БЖД, к.-г.м.н.,

Благовещенск 2007 г.

УМКД по дисциплине «Природоохранные технологии на ТЭС» (Курс по выбору) составлено на основании образовательного стандарта высшего профессионального образования для специальности 140101 «Тепловые электростанции»

УМКД обсужден на заседании кафедры БЖД  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Булгаков

УМКД одобрен на заседании УМСС 280101  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМСС \_\_\_\_\_ О.Т. Аксенова

СОГЛАСОВАНО  
Начальник УМУ  
\_\_\_\_\_ Г.Н. Торопчина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО  
Председатель УМС факультета  
\_\_\_\_\_ В.И. Митрофанова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО  
Заведующий выпускающей кафедры  
\_\_\_\_\_ А.Б. Булгаков  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

2.1.1. **ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Природоохранные технологии на ТЭС»**

**Образовательный стандарт.** ТЭК. Энергоресурсы. Энергетика и ее влияние на окружающую среду. Традиционная энергетика. Теплоэнергетика. Загрязнение. Виды загрязнения. Рациональное природопользование. Экологически чистое производство. Очистка дымовых газов. Очистка сточных вод. Экологичные ТЭС.

**Тематический план лекций**

N темы	Наименование темы	Лекций
		ДФО
1	2	3
1.	Введение в дисциплину «ПОТ на ТЭС»	2
2	Энергетика и окружающая среда. Воздействие ТЭС и АЭС на окружающую среду	2
3.	Организационно-правовые и экономические механизмы стимулирования рационального природопользования	2
4.	Распределение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	2
5.	Очистка дымовых газов ТЭС от летучей золы, сажи и частиц недожиг топлива	4
6.	Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов серы	4
7.	Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов азота	4
8.	Методы обеспечи-вающие одновременную очистку дымовых газов ТЭС от оксидов азота и серы	4
9.	Образование шламов на ТЭС и пути их утилизации	4
10.	Сокращение выбросов водяного пара и парниковых газов в атмосферу	4
11.	Сточные воды ТЭС	4
12.	Сокращение водопотребления и сброса сточных вод	4
13.	Методы очистки сточных вод	4

14.	Снижение вредного влияния золошлаков на окружающую среду	4
15.	Экологически чистая энергетика.	4
16.	Шумоглушение на ТЭС	2
17.	Технологические схемы экологически безопасных ТЭС	4
6 семестр		30
7 семестр		22
ВСЕГО ЧАСОВ		52

### 2.1.2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТЭС»

**Цель дисциплины:** вооружить будущих специалистов теоретическими и практическими знаниями необходимыми для решения вопросов экологически безопасной работы ТЭС.

**Задачи дисциплины:**

-дать представление о видах негативного влияния на окружающую среду при производстве тепловой энергии на ТЭС и АЭС;

-заложить основы обеспечения экологической безопасности функционирования ТЭС и АЭС;

-дать навыки оценки негативного влияния деятельности ТЭС и АЭС на окружающую среду;

-изучить методы использования и функционирования экобиозащитной техники и современных технологий.

Дисциплина «Природоохранные технологии на ТЭС» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении социально-экономических, естественно-исторических и общепрофессиональных дисциплин.

#### Содержание дисциплины

##### Разделы дисциплины и виды занятий

N темы	Наименование темы	Лекций	*Лабораторные работы Практ. занятия	Курс. работа, НИРС, самост. работа
		ДФО	ДФО	ДФО
1	2	3	4	5
1.	Введение в дисциплину «ПОТ на ТЭС»	2		
2	Энергетика и окружающая среда. Воздействие ТЭС и АЭС на окружающую среду	2	*2	

3.	Организационно-правовые и экономические механизмы стимулирования рационального природопользования	2	*2	
4.	Распределение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	2	*2	
5.	Очистка дымовых газов ТЭС от летучей золы, сажи и частиц недожиг топлива	4	*2	
6.	Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов серы	4	*2	
7.	Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов азота	4	*2	
8.	Методы обеспечивающие одновременную очистку дымовых газов ТЭС от оксидов азота и серы	4	*2	
9.	Образование шламов на ТЭС и пути их утилизации	4	*2	
10.	Сокращение выбросов водяного пара и парниковых газов в атмосферу	4	*2	
11.	Сточные воды ТЭС	4	2	
12.	Сокращение водопотребления и сброса сточных вод	4	2	
13.	Методы очистки сточных вод	4	4	
14.	Снижение вредного влияния золошлаков на окружающую среду	4	2	
15.	Экологически чистая энергетика.	4	2	
16.	Шумоглушение на ТЭС	2	2	
17.	Технологические схемы экологически безопасных ТЭС	4	2	
6 семестр		30	*18	41
7 семестр		22	16	30
ВСЕГО ЧАСОВ		52	16/18	71

## Содержание разделов дисциплины

### Тема 1. Введение в дисциплину «Природоохранные технологии на ТЭС»

Энергоресурсы и их использование. Организационно правовые и экономические механизмы стимулирования рационального природопользования. Классификация ТЭС по экологическому показателю. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

**Тема 2.** Воздействие тепловых и атомных электростанций на окружающую среду.

Этапы и технологии производства тепловой энергии. Схемы взаимодействия ТЭС и АЭС с окружающей средой. Содержание токсических веществ в топливе и дымовых газах. Влияние выбросов ТЭС и АЭС на человека. Понятия предельно допустимых концентраций (ПДК) и предельно допустимых выбросов (ПДВ).

**Тема 3.** Распределение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ и разработка проекта нормативов ПДВ для тепловых электростанций. Определение выбросов загрязняющих веществ на ТЭС. Распространение в атмосфере выбросов электростанций и выбор высоты дымовых труб и их числа.

**Тема 4.** Очистка дымовых газов ТЭС от летучей золы, сажи и частиц недожиг топлива. Классификация методов. Характеристика летучей золы, сажи и пыли. Основные сведения из теории золоулавливания. Механические золоуловители. Рукавные фильтры. Мокрые золоуловители. Электрофильтры.

**Тема 5.** Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов серы.

Классификация методов снижения содержания оксидов серы в дымовых газах ТЭС. Метод мокрой десульфуризации дымовых газов: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики. Мокросухой метод распылительной абсорбции: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики. Сухой метод: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.

**Тема 6.** Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов азота.

Классификация методов, снижение содержания оксидов азота в дымовых газах ТЭС. Первичные и вторичные методы снижения содержания оксидов азота в дымовых газах. Область применения. Достоинства и недостатки методов. Селективное термическое восстановление оксидов азота: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики. Селективное каталитическое восстановление оксидов азота: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.

**Тема 7.** Методы, обеспечивающие одновременную очистку дымовых газов ТЭС от оксидов азота и серы.

Классификация методов. Основные методы одновременной очистки дымовых газов от оксидов серы и азота (электронно-лучевой метод, озонный метод, метод использования активированного кокса): принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.

#### **Тема 8.** Сточные воды ТЭС.

Классификация сточных вод электростанций и их влияние на водоемы. Процессы, протекающие в водоемах и условия сброса сточных вод. Прямоточное и оборотное водоснабжение предприятий.

#### **Тема 9.** Методы очистки сточных вод ТЭС.

Методы очистки сточных вод. Обработка сточных вод водоподогревательных установок. Очистка сточных вод от нефтепродуктов. Очистка вод после обмыва поверхностей нагрева котла. Очистка сточных вод химических промывок и консервации оборудования. Обезвреживание сточных вод систем гидрозолоудаления. Пути сокращения сточных вод на ТЭС.

#### **Тема 10.** Шумоглушение на ТЭС.

Источники шума на ТЭС, влияющие на окружающую территорию городской застройки. Периодические и непрерывно-действующие источники шума. Распространение шума от различных источников. Активные и реактивные шумоглушители. Проектирование шумоглушителей от паровых сбросов. Проектирование шумоглушителей для газовоздушного тракта. Шумоглушение в газотурбинных установках.

#### **Тема 11.** Эффективность мероприятий по охране окружающей природной среды

Оценка эффективности мероприятий по охране окружающей природной среды. Методические основы расчета экономического ущерба от выбросов, стоков и шумов ТЭС. Окупаемость природоохранных мероприятий.

### **Содержание практических занятий**

1. Расчет массовых выбросов в единицу времени загрязняющих веществ от точечных и линейных источников выбросов ТЭС.
2. Расчет санитарно-защитной зоны предприятия.
3. Расчет циклонов.
4. Расчет количества минеральных солей в сточных водах технологических систем ТЭС.
5. Расчет глушителей шума.
6. Определение ПДВ промышленных источников, рассеивание выбросов в атмосфере. Составление экологического паспорта предприятий.

### Основные критерии оценки знаний студентов

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
5	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
4	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявлений причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями
3	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов
2	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы

### Рекомендуемая литература по дисциплине

#### Основная

1. А.И.Абрамов, Д.П.Елизаров и др. Повышение экологической безопасности ТЭС. – М.: МЭИ, 2002. – 377 с.
2. Г.Ф.Быстрицкий. Основы энергетики. – М.: ИНФРА, 2005. – 277 с.
3. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. – М.: НЦ ЭНАС, 2004. - 204 с.
4. Б.С.Белосельский. Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов азота. – М.: МЭИ. – 1993. – 24 с.

5. Л.А.Рихтер, Э.П.Волков, В.Н.Покровский. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. – М.: Энергоиздат, 1991. – 296 с.
6. Л.А.Рихтер, В.Б.Тупов. Охрана окружающей среды от шума ТЭС. М.: МЭИ, 1990. – 96 с.
7. А.И.Родионов, В.Н.Клушин, И.С.Торочешников. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989. – 512 с.

#### Дополнительная

1. Л.А.Рихтер, В.И. Кормилицин, В.Б.Тупов. Определение уровня шума от оборудования ТЭС. Определение эффективности мероприятий по снижению ущерба от выбросов ТЭС в атмосферу. – М.: МЭИ. 1991.- 56 с.
2. Э.П.Волков, М.Г.Лысков, Е.И.Фетисова. Методы расчета приземных концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе. М.: МЭИ, 1991. – 56с.
- 3.Экономические основы экологии: Учебник/ В.В.Глухов, Т.В.Лисичкина, Т.П.Некрасова. – С-Пб.: Специальная литература, 1995. – 280 с.
4. М.Г.Лысков Методические указания к типовому расчету по курсу «Охрана окружающей среды». Расчет мокрого золоуловителя с трубой Вентури. – М.: МЭИ, 1992. – 16 с.
5. СанПиН 2.2.1./2.1.1.567.96. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. М.: Минздрав России. – 47 с.
6. А.К.Внуков А.К. Защита атмосферы от выбросов энергообъектов: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 176 с.
7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометиздат, 1987. – 94 с.
8. РД 34.02.305-98. Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС. – М.: АООТ ВТИ, 1998. – 45 с.
9. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Ккал в час. – М.: Интеграл, 1999. – 54 с.
- 10.Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров. М – Госком РФ по ООС, 1997. – 48 с.
11. Дополнение к «Методическим указаниям по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров». С-Пб.: Интеграл, 1999. –14 с.
- 12.Б.Брентшнайдер, И.Курфюст. Охрана воздушного бассейна от загрязнения: технология и контроль: Пер. с англ. Под ред. А.Ф.Туболкина. Л.: Химия, 1989. – 170 с.
- 13.С.Янг, А.Эллисон. Измерение шума. Пер. с англ. – М.: Энерго-промиздат, 1988. – 114 с.
14. Журнал «Энергетика».

## **Средства обеспечения освоения дисциплины.**

1. Плакаты, кинофильмы, диапозитивы по работе ТЭС
2. Экскурсии на предприятие.
3. Плакаты и макеты оборудования.

### **2.1.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**

#### **8. Темы для самостоятельной работы студентов**

1. Экологические аспекты развития энергетики.
2. Классификация ТЭС по экологическому показателю
3. Рукавные фильтры. Основные характеристики, принцип действия, технологические схемы.
4. Мокрые золоуловители. Основные характеристики, принцип действия, технологические схемы.
5. Снижение вредного воздействия золошлаков на окружающую среду.
6. Электрофильтры. Основные характеристики, принцип действия, технологические схемы.

Сомостоятельно выполненные задания защищаются в устной форме на практических занятиях.

### **2.1.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Практические (лабораторные) занятия проводятся на территории предприятий и в учебных аудиториях. Основная часть отведенного времени посвящается решению задач, которые позволяют студентам приобрести навыки выполнения расчетов, в частности необходимых для выполнения курсовой работы.

#### **Примерные задания к практическим работам.**

##### **Задание 1.**

Определить уровень звука, создаваемый источником, расположенном на открытой территории (площадка отдыха санатория). Уровень акустической мощности источника составляет 120дБА; источник равномерно излучает звук во всех направлениях; размеры источника: 2 х 2 х 1,5 м; расстояние до расчетной точки – 5м. Допустим ли такой уровень шума для указанной территории?

##### **Задание 2.**

Источник размером 1 х 1 х 1 м, расположен в углу помещения конструкторского бюро и имеет уровень акустической мощности 100 дБА. Определить уровень прямого звука, создаваемый источником на расстоянии 5 м от расчетной точки. Размеры помещения : 6 х 6 х 2,5 м. Допустим ли

такой уровень шума в указанном помещении?

### Задание 3.

Определить уровень звука в помещении диспетчерской службы автопарка, если известны уровни звукового давления в октавных полосах частот:

Ср.геом. частота октавной полосы, Гц	31 ,5	63	12 5	25 0	50 0	10 00	20 00	40 00	80 00
Уровень звукового давления , дБ	45	50	49	64	66	69	72	65	47

Сравните с нормативными значениями и сделайте соответствующие выводы.

### Задание 4.

Определить разность уровней звукового давления прямого и отраженного звука в октаве со среднегеометрической частотой 1000Гц, создаваемого источником,, расположенным у стены помещения мастерской. Размеры источника 1 х 1 х 1м ; уровень его акустической мощности – 100 дБА; размеры помещения мастерской – 6 х 6 х 3 м; расстояние до расчетной точки – 5 м. Какой вывод можно сделать из полученного результата?

Для снижения чрезмерного шума ( 60дБА), создаваемого автотранспортом на территории площадки отдыха санатория , было предложено увеличить высоту забора, огораживающего территорию, с 1 м до 2м . Даст ли это ожидаемый эффект?

### Задание 5.

В результате реконструкции шоссе увеличили количество полос движения с 2 до 4. На сколько увеличится уровень звука, создаваемый автотранспортом у зданий, расположенных на расстоянии 50м от шоссе?

### Задание 6.

На сколько снижается уровень шума, о шоссе, расположенного на расстоянии 100 м от территории санатория, если между шоссе и территорией санатория имеется полоса кустарников и лесонасаждений шириной 40м.; на остальной промежутке луговая растительность.

### Задание 7.

Уровень потока излучения, создаваемый антенной радиопередающего устройства составляет - 65 дБ; уровень излучения, создаваемого облучателем этой антенны составляет – 40 дБ. Определить плотность потока энергии ( мкВт/см<sup>2</sup>), создаваемого передающим устройством.

### Задание 8.

На сколько дБ изменится уровень плотности потока излучения, создаваемого антенной радиопередающего устройства при увеличении расстояния от нее с 25 до 100 м ?

**Задание 9.**

Определить расстояние, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения. Источник выброса- труба котельной; высота трубы – 30 м; диаметр устья трубы – 1,5 м; скорость выхода дымовых газов 6 м/с; температура дымовых газов – 130°C; зимняя температура в населенном пункте – 28 °С.

**Задание 10.**

Как изменится расстояние до места расположения точки с максимальной возможной концентрацией выбросов при смене сезонов года (зима – лето) , если температура зимой - 30 °С, а летом +30 °С?

**Задание 11.**

Как изменится расстояние до места расположения точки с максимальной возможной концентрацией выбросов, если высоту трубы увеличить с 25 до 50м?

**Задание 12.**

Одинаковым ли будет значение максимальной концентрации вредного вещества при выбросе дымовых газов из аналогичных по производительности котельных и одинаковых высотах труб, если они будут расположены в Читинской области и на среднем Урале. Ответ поясните.

**Задание 13.**

Во сколько раз будут отличаться максимально возможные концентрации выбросов идентичных котельных, расположенных в Читинской и Амурской областях? Принять приблизительно равными температуры окружающей среды зимой и летом.

**Задание 14.**

Во сколько раз уменьшится концентрация выбросов газовых выбросов котельной, если увеличить коэффициент очистки выбросов с 60 до 90%?

**Задание 15.**

Как изменится коэффициент смешения сточных вод, если изменить их выпуск со стержневого на береговой?

**Задание 16.**

Как повлияет на коэффициент смешения сточных вод изменение расстояния от места выпуска до ближайшего створа водопользования с 1 до 2 км? Участок реки на этом промежутке – прямолинейный.

**Задание 17.**

Как изменится коэффициент смешения сточных вод при увеличении скорости течения реки в период паводка в 2 раза по сравнению со средней скоростью? Чем это можно объяснить?

**Задание 18.**

Как повлияет на кратность необходимого разбавления сточных вод увеличение в 2 раза расхода воды в реке вследствие паводка?

**Задание 19.**

Во сколько раз уменьшатся выбросы монооксида углерода при замене бензиновых двигателей газовыми на автомобилях грузоподъемностью от 2 до 5 тонн? Дайте пояснения.

**Задание 20.**

Во сколько раз изменится выброс углеводородов при замене бензиновых двигателей на газовые на автомобилях грузоподъемностью 5-8 тонн? Дайте пояснение.

**Задание 21.**

Во сколько раз отличаются выбросы монооксида углерода у автомобилей грузоподъемностью 8-16 тонн с бензиновыми и дизельными двигателями? Дайте пояснения.

**Задание 22.**

Определить коэффициент опасности оксидов азота, выбрасываемых в атмосферу автотранспортом.

**Задание 23.**

Определить коэффициент опасности бензапирена, поступающего с выбросами в атмосферный воздух.

**Задание 24.**

Определить коэффициент опасности соединений свинца, поступающих в атмосферу с выбросами автотранспорта.

**Задание 25.**

Сравните коэффициенты опасности оксидов азота и углерода.

### **2.1.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

В связи с отсутствием лабораторного оборудования специализированные лабораторные работы не предусмотрены.

### **2.1.6. ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПОТ на ТЭС»**

**Тема 1.** Введение в дисциплину «Природоохранные технологии на ТЭС»

Энергоресурсы и их использование. Энергоресурсы и их использование. Возобновляемые источники энергии. Невозобновляемые источники энергии. Основные характеристики топлива (Зольность, влажность, летучие вещества, теплота сгорания). Организационно правовые и экономические механизмы стимулирования рационального природо-пользования. Классификация ТЭС по экологическому показателю. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Экологические аспекты развития энергетики (осн. документы, конференции, задачи)

**Тема 2.** Воздействие тепловых и атомных электростанций на окружающую среду. Этапы и технологии производства тепловой энергии. Схемы взаимодействия ТЭС и АЭС с окружающей средой. Содержание токсических веществ в топливе и дымовых газах. Влияние выбросов ТЭС и АЭС на человека. Понятия предельно допустимых концентраций (ПДК) и предельно допустимых выбросов (ПДВ). Тепловые конденсационные электростанции. Теплофикационные электростанции. Атомные электростанции. Гидроэлектростанции. Нетрадиционная энергетика.

**Тема 3.** Распределение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Воздействие ТЭС на окружающую среду- на воздух, на почву, поверхностные и подземные воды. Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ и разработка проекта нормативов ПДВ для тепловых электростанций. Определение выбросов загрязняющих веществ на ТЭС. Распространение в атмосфере выбросов электростанций и выбор высоты дымовых труб и их числа. Организационно-правовые и экономические механизмы стимулирования рационального природопользования. Учет и использование природных ресурсов. Лимиты на природопользование. Лицензирование природопользования. ПДВ. ПДС. Плата за природопользование. Экологические фонды. Безотходное производство. Малоотходная технология. Экологически допустимая нагрузка. Экологически чистое производство. Экологически эффективный процесс. Водоподведение и водоотведение на ТЭС. Основные потребители воды на ТЭС. Нормы водопотребления. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения. Необходимость определения качества сточных вод. **Основные термины:** свежая вода, безвозвратные потери воды, оборотная вода, повторно-используемая вода, последовательно-используемая вода, продувочная вода, водопотребление, полное водоотведение, водоотведение, нормативно-чистые сточные воды, загрязнение сточных вод, ПДК, ПДС, Тепловое загрязнение, удельный сброс загрязняющих веществ.

**Тема 4.** Очистка дымовых газов ТЭС от летучей золы, сажи и частиц недожиг топлива. Классификация методов. Характеристика летучей золы, сажи и пыли. Основные сведения из теории золоулавливания. Механические золоуловители. Рукавные фильтры. Мокрые золоуловители. Электрофильтры.

**Тема 5.** Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов серы.

Классификация методов снижения содержания оксидов серы в дымовых газах ТЭС. Метод мокрой десульфуризации дымовых газов: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики. Мокросухой метод распылительной абсорбции: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики. Сухой метод: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.

**Тема 6.** Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов азота. Классификация методов, снижение содержания оксидов азота в дымовых газах ТЭС. Первичные и вторичные методы снижения содержания оксидов азота в дымовых газах. Область применения. Достоинства и недостатки методов. Селективное термическое восстановление оксидов азота: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики. Селективное каталитическое восстановление оксидов азота: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики. Методы по снижению содержания оксидов азота в дымовых газах ТЭС. Первичные и вторичные методы снижения содержания оксидов азота в дымовых газах. Селективное термическое восстановление оксидов азота: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики. Селективное каталитическое восстановление оксидов азота: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.

**Тема 7.** Методы, обеспечивающие одновременную очистку дымовых газов ТЭС от оксидов азота и серы.

Классификация методов. Основные методы одновременной очистки дымовых газов от оксидов серы и азота (электронно-лучевой метод, озонный метод, метод использования активированного кокса): принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.

**Тема 8.** Сточные воды ТЭС. Классификация сточных вод электростанций и их влияние на водоемы. Процессы, протекающие в водоемах и условия сброса сточных вод. Прямоточное и обратное водоснабжение предприятий. Принципы создания бессточных и малоотходных технологий водопользования за рубежом.

**Тема 9.** Методы очистки сточных вод ТЭС. Промышленная классификация вод. Методы очистки сточных вод. Обработка сточных вод водоподогревательных установок. Очистка сточных вод от нефтепродуктов. Очистка вод после обмыва поверхностей нагрева котла. Очистка сточных вод химических промывок и консервации оборудования. Обезвреживание сточных вод систем гидрозолоудаления. Пути сокращения сточных вод на ТЭС. Показатели качества воды и их контроль (взвешенные в-ва, цветность, запах и вкус воды, прозрачность воды, органические в-ва, бактериологический показатель.). Очистка сточных вод химических промывок и консервации оборудования: методы, основные характеристики, технологические схемы.

Обезвреживание сточных вод систем гидрозолоудаления. Технология и средства защиты вод. Механическая очистка сточных вод. Биохимическая очистка сточных вод. Термические и термохимические методы очистки. Схемы и системы защиты гидросфера. ВПУ с утилизацией сточных вод на примере Саранской ТЭС.

**Тема 10.** Шумоглушение на ТЭС. Источники шума на ТЭС, влияющие на окружающую территорию городской застройки. Периодические и непрерывно-действующие источники шума. Распространение шума от различных источников. Активные и реактивные шумоглушители. Основные положения теории, схемы. Проектирование шумоглушителей от паровых сбросов. Звукоизоляция тягодутьевых машин. Звукоизоляция газопроводов. Проектирование шумоглушителей для газопроводов. Шумоглушение в газотурбинных установках. Проектирование шумоглушителей от паровых сбросов. Периодические и непрерывно-действующие источники шума. Активные и реактивные шумоглушители. Методика расчета уровня шума, создаваемого оборудованием ТЭС на заданном расстоянии. Уменьшение уровня шума на ТЭС.

**Тема 11.** Эффективность мероприятий по охране окружающей природной среды. Оценка эффективности мероприятий по охране окружающей природной среды. Методические основы расчета экономического ущерба от выбросов, стоков и шумов ТЭС. Окупаемость природоохранных мероприятий.

**Тема 12.** Образование шламов на ТЭС и пути их утилизации. Обезвоживание и сушка шлама. Утилизация известковых шламов.

## **2.1.7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ**

Курсовая работа по предмету выполняется в соответствии с выданным преподавателем индивидуальным заданием. Курсовая работа базируется на данных для котла, рассчитываемых по курсу «Котельные установки». Варианты заданий отличаются цифровыми значениями

### **Примечание.**

1. Для паровых котлов паропроизводительностью от 30 т/ч и водогрейных котлов мощностью от 35 МВт расчет массовых выбросов для оксида углерода производится по данным инструментальных замеров.

Исходные данные для проведения расчетов по оксиду углерода согласовываются персонально каждым студентом с преподавателем.

2. Максимальные значения приземных концентраций  $C_m$  при неблагоприятных метеорологических условиях достигают максимального значения.
3. Расстояние от источника выброса  $x_m$ , на которых приземные концентрации загрязняющих веществ при неблагоприятных метеорологических условиях достигают максимального значения.
4. Приземные концентрации вредных веществ по оси факела  $C=f(x)$ . По данным расчета построить график приземной концентрации вредных веществ в зависимости от расстояния по оси факела. Учесть наличие в выбросах вредных веществ однонаправленного действия.
5. Санитарно-защитную зону для источника выброса с учетом фоновых концентраций, приведенных в таблице 1.
6. Скорректировать санитарно-защитную зону для источника выброса с учетом розы ветров. Данные для расчета приведены в таблице 2. Сделать вывод о влиянии источников выброса на жилую зону.

Таблица 2.

Повторяемость ветра по направлениям

Направление ветра	Время года	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	З	С-З
Повторяемость Р, %	зима	21	5	1	1	6	6	11	49
	лето	13	13	10	15	21	9	6	13

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Введение
2. Характеристика топлива
3. Экобиозащитная техника
4. Расчет массовых выбросов вредных веществ (П. 1 задания)
5. Расчет приземных концентраций вредных веществ по оси факела  $C=f(x)$ . (П.п. 2-4 задания)
6. Определение санитарно-защитной зоны (П.п. 5-6)
7. Расчет ПДК (П. 7 задания)
8. Мероприятия по снижению выбросов

Заключение

Использованная литература

**Примечание.** Курсовая работа оформляется в соответствии со стандартом АмГУ. На нормоконтроль работа сдается в ауд. 204 гл. корпуса инженеру Бруснициной Валентине Петровне в рабочие дни недели (понедельник – пятница) с 8.00 до 17.00. Обед с 12.00 до 13.00. Работа прошедшая нормоконтроль остается у нормоконтролера и передается преподавателю. Имеющиеся замечания по оформлению работы

необходимо исправить. Защита работы проводится в назначенное преподавателем время.

**Задание на курсовую работу**  
**ГОУ ВПО Амурский государственный университет**

**ЗАДАНИЕ**  
**к курсовой работе**

1. Тема проекта «Исследование загрязнения атмосферного воздуха выбросами ТЭЦ расчетным методом и разработка природоохранных мероприятий».

2. Сроки сдачи: осенний семестр 2006 г.

**3. Исходные данные к курсовой работе:**

3.1. Район расположения ТЭЦ – г. Благовещенск.

Местность слаборасчлененная, перепад высот не более 50 м на 1 км.

3.2. Тип котла – БКЗ 420-140 \_\_\_\_\_ количество котлов на ТЭЦ – 4 шт.

3.3. Тип топлива – Хоронорский уголь Б1Р \_\_\_\_\_

3.4. Расчетный расход топлива – 24.22 кг/с \_\_\_\_\_

3.5. Тип горелки – вихревая двухпоточная пылеугольная \_\_\_\_\_

3.6. Коэффициент избытка воздуха в горелке  $\alpha_1$  – 1,2;

3.7. Доля первичного воздуха в горелке по отношению к теоретически необходимому  $\alpha_1$  – 0,5;

3.8. Отношение скоростей в выходном сечении горелки  $w_2/w_1$  - 2,5;

3.9. Температура на выходе из зоны активного горения  $T_{al}$  - 1260<sup>0</sup> К;

3.10. Степень рециркуляции дымовых газов через горелки  $r_r$  – 0%;

3.11. Потери тепла от механической неполноты сгорания топлива  $q_4$  – 1%;

3.12. Доля золы, уносимой с газами из топки котла  $\alpha_{ун}$  - 0,6;

3.13. Присосы в топке  $A\alpha_T=1,2$ ;

3.14. Концентрация  $O_2$  в дымовых газах – 7%;

3.15. Температура выбросов на выходе из дымовой трубы  $T_r$  – 120<sup>0</sup>С;

3.16. Скорость выброса в устье трубы  $w_0$  – 24 м/с;

3.17. Расход газозвушной смеси  $V_1$  – 970 м<sup>3</sup>/с - 970 м<sup>3</sup>/с;

3.18. Высота трубы  $H$  - 200м;

3.19. Фоновые концентрации создаваемые другими источниками загрязнения атмосферы, исключая дымовую трубу ТЭЦ, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Загрязняющее вещество	Зола	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO
Фоновая концентрация, доля от ПДК	0,3*ПДК <sub>мр нм</sub>	0,2*ПДК <sub>мр нм</sub>	0,3*ПДК <sub>мр нм</sub>	0,4*ПДК <sub>мр нм</sub>

4. Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов).

- введение

- характеристика топлива
- выбор и расчет электрофильтра
- расчет массовых выбросов вредных веществ
- расчет приземных концентраций вредных веществ по оси факела  $C=f(x)$  с учетом фоновых значений
- природоохранные мероприятия
- а) мероприятия по снижению выбросов
- б) расчет ПДВ
- в) определение санитарно-защитной зоны предприятий с учетом розы ветров для данной местности

5. Перечень графического материала:

план-схема производственной территории ТЭЦ с санитарно-защитной зоной (приводится в приложении пояснительной записки). Карта-схема выдается приложением к заданию.

6. Дата выдачи задания 29.09.06 г.

Руководитель, доцент каф. БЖД Т.В. Кезина \_\_\_\_\_  
(подпись)

Задание принял к исполнению студент 4 курса ЭФ \_\_\_\_\_  
( ФИО)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006 г.  
(дата) \_\_\_\_\_  
(подпись)

Рекомендуемая литература

1. А.И.Абрамов, Д.П.Елизаров и др. Повышение экологической безопасности ТЭС. – М.: МЭИ, 2002. – 377 с.
2. Г.Ф.Быстрицкий. Основы энергетики. – М.: ИНФРА, 2005. – 277 с.
3. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. – М.: НЦ ЭНАС, 2004. - 204 с.
4. Б.С.Белосельский. Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов азота. – М.: МЭИ. – 1993. – 24 с.
5. Л.А.Рихтер, Э.П.Волков, В.Н.Покровский. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. – М.: Энергоиздат, 1991. – 296 с.
6. Л.А.Рихтер, В.Б.Тупов. Охрана окружающей среды от шума ТЭС. М.: МЭИ, 1990. – 96 с.
7. А.И.Родионов, В.Н.Клушин, И.С.Торочешников. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989. – 512 с.
8. Э.П.Волков, М.Г.Лысков, Е.И.Фетисова. Методы расчета приземных концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе. М.: МЭИ, 1991. – 56с.

9. М.Г.Лысков Методические указания к типовому расчету по курсу «Охрана окружающей среды». Расчет мокрого золоуловителя с трубой Вентури. – М.: МЭИ, 1992. – 16 с.
10. СанПиН 2.2.1./2.1.1.567.96. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. М.: Минздрав России. – 47 с.
11. А.К.Внуков А.К. Защита атмосферы от выбросов энергообъектов: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 176 с.
12. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 94 с.
- 13.. РД 34.02.305-98. Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС. – М.: АООТ ВТИ, 1998. – 45 с.
14. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Ккал в час. – М.: Интеграл, 1999. – 54 с.
15. Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров. М – Госком РФ по ООС, 1997. – 48 с.
16. Дополнение к «Методическим указаниям по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров». С-Пб.: Интеграл, 1999. – 14 с.
17. Б.Брентшнайдер, И.Курфюст. Охрана воздушного бассейна от загрязнения: технология и контроль: Пер. с англ. Под ред. А.Ф.Туболкина. Л.: Химия, 1989. – 170 с.

### **Примечание.**

- Курсовые работы оформляются в отдельных тетрадях или на отдельных листах в соответствии с правилами нормоконтроля АмГУ.
- Ответы на вопросы должны быть по существу и краткими, не более 3 листов. В тексте ответа на вопрос обязательны ссылки на источник информации. Перечень источников необходимо приводить в конце контрольной работы.
- Курсовые работы сдаются на проверку в 204 каб. Инженеру Брусниценой Валентине Петровне.
- Курсовая работа защищается индивидуально каждым студентом.

### **2.1.8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

В связи с отсутствием лабораторного оборудования специализированные лабораторные работы не предусмотрены.

## **2.1.9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ**

Не предусмотрены.

### **2.1.10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Для студентов очного обучения предусмотрены домашние задания в виде самостоятельного изучения отдельных тем. Задания выполняются письменно и докладываются на занятия во время экспресс-опроса.

### **2.1.11. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ**

Не имеется.

### **2.1.12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Современные информационные технологии применяются для проверки остаточных знаний у студентов с помощью Интернет-тестирования. В учебном процессе также используются: электронные библиотечные ресурсы АмГУ и других ВУЗов России.

### **2.1.13. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОМУ СОСТАВУ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖСЕССИОННОГО И ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ**

См. материалы в УМО АмГУ

### **2.1.14. КОМПЛЕКТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ**

Не имеется.

### **2.1.16. КОМПЛЕКТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ ДЛЯ КАЖДОГО ИЗ ПРЕДУСМОТРЕННЫХ ЭКЗАМЕНОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

Экзаменационные билеты ежегодно обновляются и утверждаются на заседании кафедры.

## Образец экзаменационного билета

<b>АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</b>		
Утверждено на заседании кафедры		Факультет
Кафедра БЖД		Специальность
« »	2007г.	Курс
		Дисциплина
Зав. кафедрой	А.Б. Булгаков	ПОТ на ТЭС

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Энергоресурсы и их использование.
2. Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов серы.
3. Учет и использование природных ресурсов.  
Лимиты на природопользование.

### Перечень вопросов к зачету

1. Цели и задачи дисциплины «Природоохранные технологии на ТЭС»
2. Экологические аспекты развития энергетики.
3. Организационно правовые и экономические механизмы стимулирования рационального природопользования и защиты окружающей среды.
4. Классификация ТЭС по экологическому показателю.
5. Этапы технологии производства тепловой энергии.
6. Схемы взаимодействия ТЭС с окружающей средой.
7. Схемы взаимодействия АЭС с окружающей средой.
8. Содержание токсических веществ в топливе и дымовых газах.
9. Влияние выбросов ТЭС и АЭС на человека.
10. Понятие предельно допустимых концентраций (ПДК).
11. Понятие предельно допустимый выброс (ПДВ).
12. Правила инвентаризации выбросов загрязняющих веществ.
13. Разработка проекта нормативов ПДВ для тепловых электростанций.
14. Особенности определения массовых выбросов загрязняющих веществ для котельных установок ТЭС паропроизводительностью более 30 т/ час.
15. Распространение в атмосфере выбросов электростанций и выбор высоты дымовых труб.
16. Классификация методов очистки дымовых газов ТЭС от летучей золы, сажи и частиц недожиг топлива.
17. Характеристика летучей золы, сажи и пыли.
18. Основные сведения из теории золоулавливания.
19. Механические золоулавливатели. Основные характеристики. Принцип действия.

20. Рукавные фильтры. Основные характеристики, принцип действия, технологические схемы.
21. Мокрые золоуловители. Основные характеристики, принцип действия, технологические схемы.
22. Снижение вредного воздействия золошлаков на окружающую среду.
23. Электрофильтры. Основные характеристики, принцип действия, технологические схемы.
24. Первичные и вторичные методы снижения содержания оксидов азота в дымовых газах. Область применения. Достоинства и недостатки методов.
25. Селективное термическое восстановление оксидов азота: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.
26. Селективное каталитическое восстановление оксидов азота: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.
27. Классификация методов снижения содержания оксидов азота в дымовых газах ТЭС.
28. Метод мокрой десульфуризации дымовых газов: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.
29. Мокросухой метод распылительной абсорбции: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.
30. Сухой метод: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.
31. Классификация методов обеспечивающих одновременную очистку дымовых газов ТЭС от оксидов азота и серы.
32. Электронно-лучевой метод: принцип действия, технологические схемы, основные технологические характеристики.
33. Озонный метод: принцип действия, технологические схемы, основные технологические характеристики.
34. Метод использования активированного кокса: принцип действия, технологические схемы, основные технологические характеристики.
35. Сокращение выбросов водяного пара в атмосферу.
36. Сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу.
37. Технологические схемы экологически безопасных ТЭС.
38. Экологически чистая энергетика.
39. Сточные воды ТЭС. Схемы КИОВР в теплоэнергетике.
40. Снижение выбросов водяного пара и парниковых газов в атмосферу.

### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Цели и задачи дисциплины «Природоохранные технологии на ТЭС»
2. Энергетика и окружающая среда. Влияние выбросов ТЭС и АЭС на человека.
3. Организационно-правовые и экономические механизмы стимулирования рационального природопользования и защиты окружающей среды.
4. Классификация ТЭС по экологическому показателю.
5. Содержание токсических веществ в топливе и дымовых газах.
6. Понятие предельно допустимых концентраций (ПДК).

7. Понятие предельно допустимый выброс (ПДВ).
8. Правила инвентаризации выбросов загрязняющих веществ.
9. Разработка проекта нормативов ПДВ для тепловых электростанций.
10. Особенности определения массовых выбросов загрязняющих веществ для котельных установок ТЭС паропроизводительностью более 30 т/ час.
11. Распространение в атмосфере выбросов электростанций и выбор высоты дымовых труб.
12. Классификация методов очистки дымовых газов ТЭС от летучей золы, сажи и частиц недожиг топлива.
13. Характеристика летучей золы, сажи и пыли.
14. Механические золоулавливатели. Основные характеристики. Принцип действия.
15. Рукавные фильтры. Основные характеристики, принцип действия, технологические схемы.
16. Мокрые золоуловители. Основные характеристики, принцип действия, технологические схемы.
17. Снижение вредного воздействия золошлаков на окружающую среду.
18. Электрофильтры. Основные характеристики, принцип действия, технологические схемы.
19. Первичные и вторичные методы снижения содержания оксидов азота в дымовых газах. Область применения. Достоинства и недостатки методов.
20. Селективное термическое восстановление оксидов азота: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.
21. Селективное каталитическое восстановление оксидов азота: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.
22. Классификация методов по снижению содержания оксидов азота в дымовых газах ТЭС.
23. Метод мокрой десульфуризации дымовых газов: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.
24. Мокросухой метод распылительной абсорбции: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.
25. Сухой метод: принцип действия, технологические схемы, основные технические характеристики.
26. Классификация методов обеспечивающих одновременную очистку дымовых газов ТЭС от оксидов азота и серы.
27. Электронно-лучевой метод: принцип действия, технологические схемы, основные технологические характеристики.
28. Озонный метод: принцип действия, технологические схемы, основные технологические характеристики.
29. Метод использования активированного кокса: принцип действия, технологические схемы, основные технологические характеристики.
30. Классификация и характеристика сточных вод электростанций и их влияние на водоемы.
31. Сточные воды ТЭС и АЭС.
32. Схемы КИОВР в теплоэнергетике.
33. Методы очистки сточных вод ТЭС и АЭС.

34. Очистка сточных вод от нефтепродуктов: методы, основные характеристики, технологические схемы.
35. Обработка сточных вод водоподогревательных установок и конденсатоочисток: методы, основные характеристики, технологические схемы.
36. Очистка сточных вод химических промывок и консервации оборудования: методы, основные характеристики, технологические схемы.
37. Обезвреживание сточных вод систем гидрозолоудаления.
45. Сокращение выбросов водяного пара и парниковых газов в атмосферу.
46. Технологические схемы экологически безопасных ТЭС.
47. Экологически чистая энергетика.
48. Источники шума на ТЭС. Периодические и непрерывно-действующие источники шума. Активные и реактивные шумоглушители.
49. Активные шумоглушители и реактивные шумоглушители. Основные положения теории, схемы.
51. Звукоизоляция тягодутьевых машин. Звукоизоляция газозовоздухопроводов.
52. Проектирование шумоглушителей от паровых сбросов.
53. Проектирование шумоглушителей для газозовоздушного тракта.
54. Методика расчета уровня шума, создаваемого оборудованием ТЭС на заданном расстоянии.
55. Уменьшение уровня шума на ТЭС.
56. Методические основы расчета экономического ущерба от выбросов, стоков и шумов ТЭС.
59. Методические основы расчета экономического ущерба от выбросов, стоков и шумов АЭС.
60. Окупаемость природоохранных мероприятий.

### **Основные критерии оценки знаний студентов**

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
--------	--	---------------------

5	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
4	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявлений причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями
3	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов
2	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы

### 2.1.17. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ КАДРАМИ ПРОФЕССОРСКО–ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА

Ф.И.О.	должность	специальности
Кезина Т.В.	Доцент, К.Г.-М.Н.	140101