

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ / CLEAN COAL  
COMBUSTION TECHNOLOGY»**

---

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

---

Технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: очная

---

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Природоохранные технологии в теплоэнергетике» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

<b>Код, наименование компетенции</b>	<b>Код индикатора компетенции</b>
ПКС-2 Способность к организации метрологического обеспечения, экозащитных, энерго- и ресурсосберегающих мероприятий технологических процессов	ПКС-2.5
ПКС-5 Способность к сбору и анализу данных, проведению расчетов оборудования при проектировании, модернизации объектов теплоэнергетики с проведением предварительного технико-экономического обоснования	ПКС-5.9

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

<b>Код индикатора</b>	<b>Содержание индикатора</b>	<b>Результат обучения</b>
ПКС-2.5	Способен самостоятельно или в коллективе вести планирование и контроль экозащитных мероприятий на объектах теплоэнергетики	<b>Знать</b> Знать эффективные и экономичные методы обезвреживания дымовых газов и технологии обезвреживания сточных вод. <b>Уметь</b> . Уметь ставить и решать задачи по выбору, планированию и контролю на предприятии экозащитных мероприятий, направленных на снижение количества вредных выбросов и сбросов в окружающую среду. <b>Владеть</b> Владеть навыками поисками и использования правовой и нормативной базы в области природоохранной деятельности на предприятии; методами оценки воздействия вредных экологических факторов на окружающую среду с учетом требований экологической безопасности.
ПКС-5.9	Способен осуществлять поиск, обработку, анализ данных в области природоохранных технологий и выполнять расчеты экозащитных мероприятий на теплоэнергетических объектах с учетом технико-экономической эффективности	<b>Знать</b> Оборудование, необходимое для проведения экозащитных мероприятий на теплоэнергетических объектах; области применения и принцип действия различных устройств для обезвреживания вредных выбросов и сбросов на объектах теплоэнергетики.

		<p><b>Уметь</b> Осуществлять поиск, обработку и анализ данных, связанных с реализацией природоохранных мероприятий: выполнять расчеты экозащитных мероприятий на теплоэнергетических объектах с учетом технико-экономической эффективности.</p> <p><b>Владеть</b> Навыками поиска и обработки данных в области природоохранных технологий, а также навыками принятия решения по доработке технологических процессов на теплоэнергетических предприятиях с учетом требований экологической безопасности.</p>
--	--	---

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Природоохранные технологии в теплоэнергетике» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Тепломассообмен», «Техническая термодинамика», «Водоподготовка и водно-химический режим энергопредприятий», «Парогенераторы», «Теория горения топлива»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Тепловые и атомные электростанции», «Оборудование ТЭС», «Режимы работы энергетических установок», «Эксплуатация парогенераторов», «Экономика и управление энергетическим предприятием», «Производственная практика: вторая технологическая практика», «Производственная практика: эксплуатационная практика», «Производственная практика: преддипломная практика»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовой проект	Экзамен, Курсовой проект

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

#### Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Влияние энергетических установок на окружающую среду	1, 2, 4	6			1	4			Устный опрос
2	Рассеивание выбросов ТЭС в атмосферу	3, 5	4			2, 3	8	1	30	Устный опрос
3	Способы очистки дымовых газов от золовых частиц	6, 7, 8, 9	8					2	15	Устный опрос
4	Очистка дымовых газов от оксидов серы и азота в России и за рубежом	10, 11	4			4	4	3	15	Устный опрос
5	Снижение влияния золоотвалов на окружающую среду	12	2							Устный опрос
6	Сточные воды ТЭС и методы их очистки	13, 14, 15, 16	8							Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		32				16		96	

### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

#### Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Влияние энергетических установок на окружающую среду	Взаимодействие человека со средой обитания. Основные загрязнения окружающей среды от ТЭС и АЭС. Последствия загрязнения окружающей среды.
2	Рассеивание выбросов ТЭС в атмосферу	Экологические ограничения для промышленных предприятий. Предельно допустимые выбросы. Предельно допустимые сбросы. Фоновое загрязнение атмосферного воздуха. Приземная концентрация. Типы газоотводящих труб. Классификация, типоразмеры. Повышение долговечности и надежности.

3	Способы очистки дымовых газов от золовых частиц	Физико-химические свойства золовых частиц. Виды золоуловителей. Скруббер. Труба Вентури. Циклоны. Электрофилтры. Тканевые фильтры. Характеристики, конструкции и принцип работы.
4	Очистка дымовых газов от оксидов серы и азота в России и за рубежом	Снижение выбросов оксидов серы до сжигания, во время сжигания, на выходе из котла. Очистка дымовых газов с использованием реагентов. Первичные и вторичные методы снижения оксидов азота в окружающую среду.
5	Снижение влияния золоотвалов на окружающую среду	Влияние золоотвалов на окружающую среду. Гидравлические системы золоудаления. Пневматические системы золоудаления. Перспективные схемы и технологии, позволяющие уменьшить влияние золоотвалов на окружающую среду
6	Сточные воды ТЭС и методы их очистки	Типы сточных вод. Способы снижения сточных вод. Методы утилизации сточных вод. Бессточные схемы.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу	4
2	Рассеивание загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу организованным точечным источником.	4
3	Учет фоновое загрязнение и корректировка санитарно- защитных зон.	4
4	Разработка природоохранных мероприятий	4

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	30
2	Подготовка к практическим занятиям	15
3	Проработка разделов теоретического материала	15

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: разминка, обратная связь.

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

### **5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

#### **5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:**

1. Повышение экологической безопасности ТЭС [Текст]: учебное пособие для вузов по направлению 650800 «Теплоэнергетика», специальностям 100500 «Тепловые электрические станции» и 100600 «Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях» / А.И. Абрамов [и др.], 2002. – 376 с.  
<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-5865.pdf>
2. Бочкарев В.А., Самаркина Е.В. Природоохранные технологии на ТЭС. - Методические указания к выполнению курсовой работы. Иркутск: изд-во ИРГТУ, 2007. – 32 с.

#### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям**

1. Самаркина Е.В., Бочкарев В.А. Природоохранные технологии на ТЭС. - Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов. Иркутск: изд-во ИРГТУ, 2007. – 32 с.
2. Природоохранные технологии на ТЭС. Инженерная защита атмосферы [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов теплоэнергетических специальностей очной и заочной форм обучения. Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. 33 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-5865.pdf>

#### **5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

1. Самаркина Е.В., Бочкарев В.А. Природоохранные технологии на ТЭС. - Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов. Иркутск: изд-во ИРГТУ, 2007. – 32 с.
2. Картавская В.М. Основы промышленной экологии. Расчет золоулавливающих установок [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов направления 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника» /В.М. Картавская, Т.В. Коваль, 2014. – 132 с.  
<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-5865.pdf>

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 6 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Тема

Очистка продуктов горения от оксидов серы и азота в России и за рубежом

Описание процедуры:

В ходе опроса студент должен показать умения и предложить возможные методы

обезвреживания дымовых газов на ТЭС от окислов серы и азота с учетом экономичности и эффективности предлагаемых технологий, аргументируя при этом свои предложения.

Вопросы для контроля

1. Что является причиной образования оксидов азота в дымовых газах?
2. Какой реагент добавляется при сжигании угля в кипящем слое для снижения выбросов оксидов серы?
3. Почему мокрые технологии снижения выбросов оксидов серы требуют дополнительного подогрева дымовых газов?
4. Какой реагент используют для снижения выбросов оксидов азота при использовании селективных каталитических и не каталитических способов восстановления?
5. Почему при рециркуляции дымовых газов происходит снижение выбросов оксидов азота в атмосферу?

### Критерии оценивания.

Критерии оценки:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;

При ответе в полном объеме, студент оценивается как «хорошо», при частичном (50% ответа) – «удовлетворительно», при отсутствии правильных ответов – «неудовлетворительно»

## 6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.5	Демонстрирует умение планировать и контролировать экозащитные мероприятия на объектах теплоэнергетики с целью снижения вредных выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду с учетом требований экологической безопасности.	Тестирование, выполнение и защита курсового проекта, устное собеседование или письменные ответы по экзаменационным вопросам.
ПКС-5.9	Демонстрирует умение планировать и контролировать экозащитные мероприятия на объектах теплоэнергетики с целью снижения вредных выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду с учетом требований экологической безопасности.	Устный опрос, тестирование, выполнение и защита курсового проекта.

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса.

Пример задания:

1. Вредные выбросы и сбросы, образующиеся на объектах теплоэнергетики.
2. Каким образом санитарное законодательство позволяет уменьшить вредное воздействие ТЭС на окружающую среду?
3. Перспективные направления природоохранных технологий?
4. Рассеивание дымовых газов?
5. В каких технологических процессах образуются загрязненные сточные воды?
6. Механизм образования окислов азота в топках котлов?
7. Какие методы снижения окислов азота условно относят к технологическим (первичным мероприятиям) и почему?
8. С какой целью применяют предварительную подготовку (переработку) органического топлива перед сжиганием?
9. Что такое показатели вредности энергетических топлив?
10. Механизм связывания оксидов серы в золоуловителе?
11. Способы очистки дымовых газов от оксидов серы, их преимущества и недостатки, область использования в зависимости от вида и элементного состава сжигаемого топлива?
12. Способы золоулавливания, типы золоуловителей, принцип работы?
13. Факторы, от которых зависит эффективность работы золоулавливающих устройств?
14. Способы повышения эффективности золоулавливания на ТЭС?
15. Способы уменьшения содержания серы в топливе до их сжигания?
16. Связывание серы в процессе горения топлива?
17. Способы очистки дымовых газов от оксидов серы?
18. Отличие регенеративных схем сероочистки газов от не регенеративных схем?
19. Первичные методы подавления образования окислов азота в топках котлов?
20. Влияние коэффициента избытка воздуха в топке котла на образование окислов азота?
21. Вторичные мероприятия уменьшения окислов азота?
22. Влияние золоотвалов на окружающую среду
23. Методы уменьшения пыления золоотвалов?
24. Методы предотвращения фильтрации золоотвалов?
25. Какие характеристики золошлаков учитываются при выборе пути их использования?
26. Основные пути сокращения водопотребления и водоотведения в системах оборотного охлаждения?
27. Физико-химические свойства золы?
28. Основные типы сточных вод и их краткая характеристика?



29. Неблагоприятные метеорологические условия для рассеивания вредных выбросов и работа ТЭС в этот период?\_

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение знаниями характеристик экозащитных мероприятий на ТЭС.	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения .	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения.	Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям.

#### 6.2.2.2 Семестр 6, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

##### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Курсовой проект является конечным продуктом, получаемым в результате выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и уровень сформированности аналитических и исследовательских навыков.

Пример задания:

Оценка экологического воздействия выбросов вредных веществ в атмосферу от котлов Е-420-140 (4шт.) при сжигании мугунского угля.\_

##### 6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
1.  Исследование выполнено самостоятельно, имеет научнопрактический характер, содержит элементы новизны в области	1. Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. 2. Студент показал знание	1. Исследование не содержит элементы новизны. 2. Студент не в полной мере владеет теоретическим материалом по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать	Выполнено менее 50% требований к курсовому проекту (см. оценку «5») и студент не допущен к защите.

<p>экозащитных природоохранных технологий.</p> <p>2. Студент показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы.</p> <p>3. Материал излагается грамотно, логично, последовательно.</p> <p>4. Оформление отвечает требованиям написания курсового проекта.</p> <p>5. Во время защиты студент показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, адекватно отвечает на поставленные вопросы.</p>	<p>теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения.</p> <p>3. Материал не всегда излагается логично, последовательно.</p> <p>4. Имеются недочеты в оформлении курсового проекта.</p> <p>5. Во время защиты студент показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы.</p>	<p>свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения.</p> <p>3. Материал не всегда излагается логично, последовательно.</p> <p>4. Имеются недочеты в оформлении курсового проекта.</p> <p>5. Во время защиты студент затрудняется в представлении результатов исследования и ответах на поставленные вопросы.</p>	
--	---	--	--

## 7 Основная учебная литература

1. Рихтер Лев Александрович. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов тепловых электростанций : учебник для вузов по спец. "Тепловые электрич. станции", "Технология воды и топлива на тепловых электр. станциях" / Лев Александрович Рихтер; Под ред. П. С. Непорожного, 1981. - 295.
2. Природоохранные технологии на ТЭС : метод. указания по выполнению курсовой работы / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 32.
3. Природоохранные технологии на ТЭС. Инженерная защита водных объектов : метод. указания к практ. занятиям и самостоят. работе для теплоэнергет. специальностей дневной и заоч. форм обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 28.

4. Природоохранные технологии на ТЭС. Инженерная защита атмосферы : метод. указания к практ. занятиям и самостоят. работе для теплоэнергет. специальностей дневной и заоч. форм обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 32.
5. Природоохранные технологии на ТЭС : методические указания по выполнению курсовой работы для специальности 100500 / Иркут. гос. техн. ун-т, 2002. - 30.
6. Самаркина Е. В. Природоохранные технологии ТЭС : электронный курс / Е. В. Самаркина, 2022

## **8 Дополнительная учебная литература и справочная**

1. Экология энергетики : учеб. пособие для вузов по всем специальностям направления подгот. диплом. специалистов 650800 "Теплоэнергетика"... / В. В. Авдеев [и др.], 2003. - 715.
2. Энергетика и охрана окружающей среды / В. И. Бабий [и др.]; под ред. Н. Г. Залогина и др., 1979. - 351.
3. Волков Эдуард Петрович. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС / Эдуард Петрович Волков, Е.И. Гаврилов, Ф.П. Дужих, 1987. - 280.
4. Самаркина Е. В. Природоохранные технологии на ТЭС [Электронный ресурс] : краткий конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 140101 "Тепловые электрические станции" / Е. В. Самаркина, 2008. - 46.
5. Природоохранные технологии на ТЭС [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 46.

## **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)
2. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP\_prof\_64, XP\_prof\_32 - поставка 2010

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. "Макет электрофильтра Ново-Иркутской ТЭЦ"

2. "Макет котла БКЗ-420 Ново-Иркутской ТЭЦ"
3. Мультимедиа-проектор Acer X1261 DLP
4. Экран CHAMPION 206\*274