

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оптимизация природоохранных мероприятий в теплоэнергетике

Код модуля
1156686

Модуль
Энергетическая и экологическая эффективность
теплоэнергетических технологий

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Потапов Виктор Николаевич	кандидат технических наук, доцент	доцент	Кафедра тепловых электрических станций

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- **Потапов Виктор Николаевич**, доцент, Кафедра тепловых электрических станций

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Оптимизация природоохранных мероприятий в теплоэнергетике**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	1
		Реферат	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Оптимизация природоохранных мероприятий в теплоэнергетике**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения	Лекции Практические/семинарские занятия Реферат Экзамен

	предложенных инженерных решений	
ПК-1 -Способен организовать мероприятия по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию, эксплуатации, выводе в ремонт, реконструкции, техническом перевооружении и ликвидации опасного производственного объекта и разработать мероприятия в области охраны окружающей среды, энерго- и ресурсосбережения и обеспечения экологической безопасности на предприятиях теплоэнергетики	З-2 - Привести примеры лучших отечественных и зарубежных моделей сохранения и улучшения окружающей среды при развитии энергетики и новых типов тепловых электрических станций П-2 - Выполнять в рамках поставленного задания расчеты загрязнения окружающей среды и выбора оборудования тепловых электрических станций в соответствии со стандартными приемами и методиками У-2 - Оценивать перспективы состояния окружающей среды при развитии энергетики путем размещения новых и реконструкции действующих тепловых электростанций	Домашняя работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.8		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>реферат</i>	3,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.2		

Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	3,12	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам,	Неудовлетворительно	Не зачтено	Недостаточный (Н)

	имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	(менее 40 баллов)		
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Составление комплекса факторов воздействия угольной ТЭС на окружающую среду.
2. Расчет эффективности улавливания золы и выбросов оксидов азота, серы и бензопирена.
3. Выбор и расчет основных загрязнителей сточных вод ТЭС.
4. Составление оптимальной системы золошлакоудаления для конкретной ТЭС.
5. Оценка воздействия физических факторов на экологическую безопасность ТЭС.
6. Составление и оптимизация набора оборудования комплекса экологической безопасности перспективной ТЭС.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Расчет оптимальной высоты дымовой трубы.

Примерные задания

Рассчитать оптимальную высоту дымовой трубы и ее основные параметры для действующей тепловой электростанции по условию соблюдения и поддержания ПДК по загрязнению приземного слоя воздуха на местности вокруг электростанции выбросами оксидов азота котлами с учетом уже существующего фонового загрязнения воздуха.

Методика расчетов – вариант методики проектного института УрадТЭП в переработке кафедрой ТЭС УрФУ.

Задание:

Электростанция – Ново-Свердловская ТЭЦ, топливо – природный газ

Варианты:

Существующее фоновое загрязнение приземного слоя воздуха в долях ПДК:

0 ПДК; 0,2 ПДК; 0,4 ПДК; 0,6 ПДК; 0,8 ПДК.

Климатические условия: 1. Зима - январь, 2. Лето – июль.

Количество работающих котлов: 1. 8; 2. 6; 3. 4; 2. 2.

Паропроизводительность работающих котлов: 320 т/ч; 280 т/ч; 260 т/ч; 220 т/ч; 180 т/ч.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Реферат

Примерный перечень тем

1. Перспективные технологии экологически чистой энергетики.

Примерные задания

1. Снижение выбросов оксидов азота традиционными способами (с позиций ранних работ проф. Я.Б.Зельдовича).
2. Современные взгляды на снижения выбросов оксидов азота (например, с позиций работ проф. П.В.Рослякова).
3. Проблема рекордного снижения выбросов оксидов азота и способов ее решения (например, с позиций реализованных предложений компании Duetshe Babcock и Babcock Hitachi Europe).
4. Анализ схемы новых камерных топков с минимальными выбросами оксидов азота при полном выгорании топлива без закрутки результирующего факела в топке (Babcock Hitachi Europe, Al-stom, B&W, RWE).
5. Горелки для сжигания природного газа (Deutsche Babcock, John Zink, Weisshaupt) с рекордным подавлением оксидов азота топков с полным выгоранием топлива.
6. Горелки для сжигания природного газа для сжигания природного газа стационарных ГТУ (Siemens – Westinghouse – RWE) с абсолютно рекордным подавлением оксидов азота и полным сжиганием газа.
7. Анализ разных подходов создания пылеугольных горелок для сжигания с предельным подавлением оксидов азота для топков с почти полным выгорания промежуточных продуктов.
8. Самые эффективные реакторы «мокро-сухой» сероочистки для мусоросжигательных заводов, городских и промышленных ТЭЦ.
9. Анализ мирового опыта оптимизации комбинированных схем эффективной комбинированной полной очистки дымовых газов городской ТЭЦ, сжигавших каменные угли с жидким шлаком и оптимизированным составом оборудования.
10. Анализ принципов оптимизации базовых схем глубокой и экономичной очистки газов ряда скандинавских и немецких городских и промышленных угольных ТЭЦ для рекордного снижения воздействия их котлов на атмосферу.
11. Анализ выбора технологических схем и оборудования систем сероочистки на современных ТЭС для снижения выбросов оксидов серы и сопутствующих вредных и особо опасных веществ. Разные способы решения проблемы с учетом дополнительных назначений технологий.

12. Выбор и анализ конструкций наиболее эффективных реакторов «мокрой» сероочистки дымовых газов, варианты развития в мире подобных конструкций.

13. Линейка опасности вредных выбросов ТЭС. Особенности реализации рекомендаций из ее анализа в энергетике Евросоюза.

14. Проблема создания угольной ТЭС практически без воздействия на окружающую среду. Решенные и нерешенные вопросы. Цена вопроса и перспективы – где, когда, как и зачем.

15. Анализ перспектив создания и принципы оптимизации технологических схем тепловых электростанций с предельным снижением выбросов в атмосферу климатообразующих газов.

16. Анализ перспектив топок для подавления выбросов оксидов азота вместе с решением проблемы полного выгоранием продуктов неполноты сгорания управляемой с закруткой результирующего факела в топке (Alstom, RWE, Combustion).

17. Схемы предельного повышения КПД глубокой очисткой газов сверхмощных энергоблоков ТЭС на углях для исполнения при новых экологических стандартах.

18. Схемы очистки газов мощных блоков ТЭС на бурых углях с соблюдением жестких экологических стандартов и с самым высоким в мире КПД нетто. и перспективы развития и внедрении этих блоков при радикальной реформе энергетики ряда стран Европы.

19. Оптимальные схемы ТЭС с комбинированной выработкой электроэнергии и теплоты для предельного снижения выбросов в атмосферу климатообразующих газов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Основные проблемы энергетики и роль природоохранных технологий при их решении на современной ТЭС

2. Основные типы природоохранной политики на ТЭС. Общие подходы и принципиальные различия в достижении результатов. Анализ последствий реализации одной из моделей.

3. Проблема сохранения климата и ее противоречия. Влияние политики защиты климата на экономику и энергетику развитых стран. Возможные глобальные последствия.

4. Основные пути снижения выбросов климатообразующих газов в атмосферу в современной энергетике. Снижение потерь. «Отсечение CO₂» от дымовых газов котлов ТЭС традиционных технологий сжигания топлива. в новых технологиях сжигания топлива.

5. Экономические и технологические последствия снижения выбросов оксидов углерода разными способами по сравнению с параметрами самых экономичных в мире угольных и газовых электростанций.

6. Влияние решения проблемы защиты климата на изменение концепций и компоновок современных и перспективных ТЭС на среднесрочный период.

7. Линейка опасности вредных выбросов ТЭС. Использование ее для оценки уровня технологического развития и эффективности природоохранного законодательства.

8. Структура, существо и система механизмов реализации экологической политики в Российской Федерации.

9. Роль экологической экспертизы, ОВОС, экологического аудита и экологического страхования на ТЭС Российской Федерации.

10. Отчетность отечественных ТЭС о загрязнении среды. Анализ эффективности системы экологического контроля за работой отечественных ТЭС.

11. Сероочистка дымовых газов – как одна из системообразующих технологий современной тепловой электростанции на твердом топливе для ТЭС разного типа.

12. Основные технологические требования к эффективным реакторам мокрой сероочистки.

13. Принципы организации технологии мокро-сухой сероочистки.

14. Первая эффективная комплексная система снижения выбросов на мощных угольных котлах городской ТЭЦ (1980-1982 гг.)

15. Типовая комплексная система снижения выбросов на котлах мощных блоков Европы конца XX века для сжигания калорийных, малосернистых и малозольных каменных углей.

16. Типовая комплексная система снижения выбросов на котлах мощных блоков Европы для сжигания малозольных, сернистых углей.

17. Типовая комплексная система снижения выбросов ALSTOM (бывшего АВВ) для котлов городских ТЭЦ ряда европейских стран, сжигающих сернистые каменные угли.

18. Проблема подавления оксидов азота с точки зрения классической теории Зельдовича. Зависимость выбросов оксидов азота от температуры горения и содержания кислорода.

19. Схемы двух – и трехстадийного сжигания. Типичные ограничения технологий.

20. Снижение местных и общих избытков воздуха в топке. Ограничения технологии.

21. Использование систем газовой рециркуляции для подавления оксидов азота. Сопоставление схем ввода газов рециркуляции в топку через специальные сопла и через горелки. Ограничения технологии.

22. Три основных типа камерных топок для сжигания с предельно низким выходом оксидов азота. Технологические и компоновочные ограничения.

23. Специальные горелки экологически чистого сжигания. Основные отличия.

24. Очистка продуктов сгорания от оксидов азота использованием группы технологий селективного каталитического восстановления (СКВ).

25. Топочные методы подавления выбросов токсичных продуктов неполноты сгорания топлив. Проблемы и ограничения.

26. Диоксиновая проблема. Проблемы появления продуктов типа диоксинов при разных технологиях сжигания разных топлив. Пути решения.

27. Проблема снижения выбросов ртути, талия и кадмия при сжигании разных углей.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

