Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра тепловых электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
д.т.н., профессор А.Г. Русина

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: А.Г. Русина
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДИСЦИПЛИНЫ

Природоохранные технологии на тепловых электростанциях

Образовательная программа: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль: Производство тепловой и электрической энергии

Новосибирск 2026

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Природоохранные технологии на тепловых электростанциях представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по **дисциплине** Природоохранные технологии на тепловых электростанциях.

Таблица

Формируемые компетенции	**Индикаторы компетенций**	**Темы**	**Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций**	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	**Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)**
ПК-7.В/ПК Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование в соответствии с техническим заданием	1. Умеет проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов профессиональной деятельности	Практическая работа по обоснованию выбора оборудования для золоулавливания на ТЭС или котельной на основе представлений об экологическом аспекте в энергетике. Выбор технологии и оборудования для сероочистки с учетом мирового опыта очистки дымовых газов от оксидов серы применительно к сжиганию конкретного топлива на ТЭС или котельной. Выбор технологии и оборудования для очистки дымовых газов от оксидов серы применительно к конкретным топливам, сжигаемым на ТЭС или котельной. Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов азота. Общие сведения. Газофазные (сухие) методы денитрации газов: адсорбционные методы; высокотемпературные некаталитические методы; гетерогенно-каталитические методы (высокотемпературное каталитическое восстановление, селективное каталитические восстановление. Влияние концннтрации кислорода на степень превращения NO. Окисление аммиака и восстановление оксида азота на ванадийсодержащем катализаторе. Область применения методов СКВ на ТЭС. Конструкция реактора-катализатора. Перспективные катализаторы. Экономические аспекты методов СКВ. Жидкофазные методы денитрации газов: окислительно-абсорбционные, абсорбционно-окислительные, окислительно-абсорбционно-восстановительные, абсорбционно-восстановительные; нерегенеративные методы; регенеративные методы. Методы и	РГЗ разделы 1, 2, 3	Экзамен, вопросы 1-7, 11, 12, 15-17, 20, 28, 35, 37-40

		технологии очистки дымовых газов от оксидов серы. Общие сведения, оценка сокращения выбросов окислов серы с учетом мирового опыта. Классификация способов сероочистки. Мокрые способы очистки: опытно-экспериментальная установка (ОЭУ) мокрого известнякового метода Губкинской ТЭЦ; опытно-промышленная установка по аммиачно-циклическому методу на примере Дорогобужской ТЭЦ. НЕкоторые зарубежные методы "мокрой" сероочистки: метод "Хемико" (США); метод "Саарберг-Хельтер-Лурги" (США); метод "Хитачи" (Япония); метод фирмы "Бишофф" (Германия); метод "Кнауфф-Ресерч-Кортель" (Германия); озонный метод. Полусухие (мокро-сухие) методы очистки: метод фирмы "Ниро-Атомайзер" (США); метод "Драйпак"(Швеция). Сухие методы сероочистки: сухой аддитивный метод; метод "Лифак" (Финляндия). Определение воздействия ТЭС и котельных на среду обитания на глобальном, региональном и локальном уровнях. Особенности природоохранных мероприятий на ТЭС (краткий обзор природоохранных технологий). Перспективные направления природоохранных технологий. Системы очистки дымовых газов, как элементная база создания новых технологий. Совершенствование топочных процессов, как элемент перспективного производства электроэнергии и тепла: внутрицикловая газификация топлива; котлы с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС); усовершенствование методов факельного сжигания; предварительная термическая подготовка твердого топлива с частичной газификацией; плазменная подсветка основного пылеугольного факела и др. Обобщение перспектив развития природоохранных технологий. Разработка природоохранных требований к защите окружающей среды для различных типов энергоблоков и различных видов топлива. Рассеивание в атмосфере выбросов электростанций. Дымовые трубы: типы и конструкции. Методика расчета рассеивания вредных веществ и выбор оптимальной высоты дымовой трубы. Контроль состава и концентрации вредных веществ в		

		уходящих газах котлов (методы контроля). Автоматизация контроля зарязнений атмосферного воздуха. Расчет батарейных циклонов, скруббера ВТИ, скрубера "Вентури" Расчет высоты дымовой трубы. Расчет пыления угольного склада. Расчет сухих аппаратов золоулавливания (циклонов). Расчет электрофильтра. Топливный цикл и его технологическое воздействие на среду обитания. Преобразование вредных выбросов ТЭС в атмосферном воздухе. Влияние вредных выбросов электростанций (SO2, NOx, твердых частиц) на природу. Улавливание твердых веществ из дымовых газов ТЭС. Характеристики летучей золы. Основы теории золоулавливания: фракционный состав золы уноса некоторых топлив; импакторы для определения дисперсионного состава золы; степень улавливания в аппаратах золоулавливания; влияние электрического сопротивления на степень улавливания в электрофильтрах; влияние слипаемости, смачиваемости, наличие CaO в золе на степень улавливания; проскок золы через золоуловитель; параметр золоулавливания П; зависимость степени проскока и улавливания от параметра золоулавливания. Типы и характеристики золоуловителей. Инерционные золоуловители: циклоны; батарейные циклоны. Расчет инерционных золоуловителей. Жалюзийные пылеуловители, вихревые пылеуловители, отражательные инерционные пылеуловители, ротационные пылеуловители. Мокрые золоуловители: центробежный скруббер, коагулятор Вентури. Расчет мокрых золоуловителей. Электрофильтры. Принцип и особенности работы электрофильтра на примере аппарата типа УГ. Электрофильтры серии ЭГА.		
ПК-8.В/ПК Способен разрабатывать и обеспечивать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	1. Имеет знания нормативных методик по энерго- и ресурсосбережению на объектах трудовой деятельности	Практическая работа по обоснованию выбора оборудования для золоулавливания на ТЭС или котельной на основе представлений об экологическом аспекте в энергетике. Введение в экологию энергетики. Сущность экологического аспекта в энергетике. Взаимодействие ТЭС с окружающей средой. Требование к экологически чистой ТЭС. Материальный баланс топлива, отходов и выбросов. ПДК вредных	РГЗ, разделы 2-5	Экзамен, вопросы 1-5, 7, 9, 13-19, 22-27, 29, 34, 36

		веществ. Понятия и определения. Выбор технологии и оборудования для очистки дымовых газов от оксидов серы применительно к конкретным топливам, сжигаемым на ТЭС или котельной. Выбор технологии очистки сточных вод системы гидрозолоулавливания ТЭС. Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов азота. Общие сведения. Газофазные (сухие) методы денитрации газов: адсорбционные методы; высокотемпературные некаталитические методы; гетерогенно-каталитические методы (высокотемпературное каталитическое восстановление, селективное каталитические восстановление. Влияние концнитрации кислорода на степень превращения NO. Окисление аммиака и восстановление оксида азота на ванадийсодержащем катализаторе. Область применения методов СКВ на ТЭС. Конструкция реактора-катализатора. Перспективные катализаторы. Экономические аспекты методов СКВ. Жидкофазные методы денитрации газов: окислительно-абсорбционные, абсорбционно-окислительные, окислительно-абсорбционно-восстановительные, абсорбционно-восстановительные; нерегенеративные методы; регенеративные методы. Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов серы. Общие сведения, оценка сокращения выбросов окислов серы с учетом мирового опыта. Классификация способов сероочистки. Мокрые способы очистки: опытно-экспериментальная установка (ОЭУ) мокрого известнякового метода Губкинской ТЭЦ; опытно-промышленная установка по аммиачно-циклическому методу на примере Дорогобужской ТЭЦ. НЕкоторые зарубежные методы "мокрой" сероочистки: метод "Хемико" (США); метод "Саарберг-Хельтер-Лурги" (США); метод "Хитачи" (Япония); метод фирмы "Бишофф" (Германия); метод "Кнауфф-Ресерч-Кортель" (Германия); озонный метод. Полусухие (мокро-сухие) методы очистки: метод фирмы "Ниро-Атомайзер" (США); метод "Драйпак"(Швеция). Сухие методы сероочистки: сухой аддитивный метод; метод "Лифак" (Финляндия). Определение воздействия ТЭС и котельных на среду обитания на		

		глобальном, региональном и локальном уровнях. Особенности природоохранных мероприятий на ТЭС (краткий обзор природоохранных технологий). Перспективные направления природоохранных технологий. Системы очистки дымовых газов, как элементная база создания новых технологий. Совершенствование топочных процессов, как элемент перспективного производства электроэнергии и тепла: внутрицикловая газификация топлива; котлы с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС); усовершенствование методов факельного сжигания; предварительная термическая подготовка твердого топлива с частичной газификацией; плазменная подсветка основного пылеугольного факела и др. Обобщение перспектив развития природоохранных технологий. Разработка природоохранных требований к защите окружающей среды для различных типов энергоблоков и различных видов топлива. Рассеивание в атмосфере выбросов электростанций. Дымовые трубы: типы и конструкции. Методика расчета рассеивания вредных веществ и выбор оптимальной высоты дымовой трубы. Контроль состава и концентрации вредных веществ в уходящих газах котлов (методы контроля). Автоматизация контроля зарязнений атмосферного воздуха. Расчет высоты дымовой трубы. Топливный цикл и его технологическое воздействие на среду обитания. Преобразование вредных выбросов ТЭС в атмосферном воздухе. Влияние вредных выбросов электростанций (SO2, NOx, твердых частиц) на природу. Улавливание твердых веществ из дымовых газов ТЭС. Характеристики летучей золы. Основы теории золоулавливания: фракционный состав золы уноса некоторых топлив; импакторы для определения дисперсионного состава золы; степень улавливания в аппаратах золоулавливания; влияние электрического сопротивления на степень улавливания в электрофильтрах; влияние слипаемости, смачиваемости, наличие CaO в золе на степень улавливания; проскок золы через золоуловитель; параметр золоулавливания П; зависимость		

		степени проскока и улавливания от параметра золоулавливания. Типы и характеристики золоуловителей. Инерционные золоуловители: циклоны; батарейные циклоны. Расчет инерционных золоуловителей. Жалюзийные пылеуловители, вихревые пылеуловители, отражательные инерционные пылеуловители, ротационные пылеуловители. Мокрые золоуловители: центробежный скруббер, коагулятор Вентури. Расчет мокрых золоуловителей. Электрофильтры. Принцип и особенности работы электрофильтра на примере аппарата типа УГ. Электрофильтры серии ЭГА.		

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

В 10 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 10 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-7.В/ПК, ПК-8.В/ПК и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Экзамен проводится в устной форме по билетам, содержащим два вопроса, каждый из которых требует развернутого ответа с пояснениями и обоснованием излагаемого материала. Билет формируется из приведенного в Паспорте экзамена списка вопросов, позволяющих оценить результаты обучения по дисциплине (модулю) оставить нужное, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-7.В/ПК, ПК-8.В/ПК, закрепленных за дисциплиной.

Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания

выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы с сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.