

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
по науке и инновациям
_____ Комаров И.И.
« ____ » _____ 2026

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В
АСПИРАНТУРУ**

Группа научных специальностей - 2.4. Энергетика и электротехника

Научная специальность - 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

*Профиль: Технологии топлива и теплоносителя, минимизации
негативного воздействия на окружающую среду при их использовании
в энергетических системах*

Москва, 2026

Программа специальной дисциплины по кафедре ТОТ

1. Структура энергетики Российской Федерации. Энергетические ресурсы.

Структура управления энергетикой России. Основные положения Федерального Закона РФ «Об электроэнергетике». Структура ЕЭС Российской Федерации. Структура ОЭС Центра. Структура ОЭС Средней Волги. Структура ОЭС Урала. Структура ОЭС Северо-Запада. Структура ОЭС Юга. Структура ОЭС Сибири. Структура ОЭС Востока. Распределение потребления топлива по ФО Российской Федерации.

2. Энергетические топлива

Особенности подготовки и использования твердого топлива. Особенности подготовки и использования жидкого топлива. Особенности подготовки и использования газового топлива. Классификация твердого топлива. Классификация твердого топлива по содержанию углерода. Выражение массы твердого топлива, обозначения, пересчет. Классификация жидкого топлива. Определение влагосодержания топлива. Взаимосвязь коэффициента избытка воздуха и полноты сгорания топлива. Хранение жидкого топлива. Хранение твердого топлива. Определение теплоты сгорания твердого топлива. Уравнения для определения теплоты сгорания твердого топлива. Уравнения для определения теплоты сгорания газообразного топлива. Уравнения для определения теплоты сгорания жидкого топлива.

3. Топливный комплекс энергетической системы

Топливное хозяйство электростанции. Способы доставки топлива, приемно - разгрузочные и размораживающие устройства. Транспортные механизмы топливоподачи и дробильные установки. Системы пылеприготовления. Системы золошлакоудаления. Схемы газозоодушных трактов и оценка их эффективности. Основы разработки элементов газозоодушных трактов. Предотвращение золовых отложений в газоходах. Характеристики тягодутьевых машин. Воздуходувки для котлов под наддувом. Методы регулирования производительности тягодутьевых машин.

4. Технологии использования низкосортных топлив

Опыт применения ИКЖТ. ВУТ. Свойства ВУТ. ВУС. Свойства гетерогенных систем. Реологические свойства ВУС. Механизм образования суспензии. Понятие о дисперсных системах. Диспергирование и конденсация. Механическое диспергирование и механосинтез. Схемы подготовки ВУТ. Классическая система приготовления ВУТ. Схема подготовки ВУТ методом

кавитации. Схема подготовки ВУТ в гидроударной установке мокрую помола. Сравнение эксплуатационных параметров схем получения ВУТ. Специальные методы изготовления ВУТ. Применение химических реагентов для ВУС. Горение ВУТ. Критерии воспламенения топлив. Способы зажигания ВУТ. Стадии процесса горения ВУТ. Газификация ВУТ. Технические особенности перевода энергетических объектов на сжигание ИКЖТ. Перевод на ВУТ котла КВ-ТС-20. Перевод на ВУТ котла ДКВР 6.5/13. Экологические преимущества использования ВУТ.

5. Методы и оборудование очистки природной воды

Физико-химические основы процесса ионного обмена. Химическое обессоливание воды. Схемы обессоливания и области их применения. Процесс совместного Н- и ОН-ионирования в фильтре смешанного действия. Химический контроль водного режима тепловых электростанций. Физико-химические основы коррекционной обработки воды. Коррозия оборудования ТЭС и методы коррозионной защиты. Очистка сточных вод ТЭС. Схемы включения испарителей на КЭС и ТЭЦ. Многоступенчатые испарительные установки и испарители с самовскипанием воды. Водный режим испарителей и методы получения чистого вторичного пара. Испарители на сырой воде. Растворимость газов и термическая деаэрация воды. Процесс переноса вещества на границе двух фаз и теория массообмена. Классификация и конструкция пленочных, струйных, барботажных и комбинированных деаэраторов. Включение деаэраторов и тепловые схемы ТЭС и теплоснабжения. Деаэрация воды в конденсаторах турбин. Химические методы связывания растворенного в воде кислорода.

6. Методы и оборудование очистки сточных вод

Характеристика состава городских сточных вод и методы их очистки. Характеристика хозяйственно-бытовых сточных вод. Характеристика и условия отведения производственных сточных вод. Очистка сточных вод на городских очистных сооружениях. Концентрация примесей в осветленной воде оборотных систем ГЗУ. Объем стоков при предпусковых промывках котла. Источники нефтесодержащих сточных вод. Состав сточных вод обогатительных фабрик. Механическая и биологическая очистки. Аэротенки, биофильтры, вторичные отстойники. Отстойники со встроенной камерой хлопьеобразования. Аварийные иловые площадки. Особенности умягчения и термического обессоливания сточных вод. Коагуляция сточных вод. Обработка сточных вод окислителями.

7. Типы ТЭС, их тепловые схемы, показатели тепловой экономичности и методы их повышения

Типы тепловых электростанций. Технологические схемы ТЭС. Тепловые схемы ТЭС. Показатели экономичности конденсационных ТЭС. Способы повышения тепловой экономичности ТЭС. Начальные и конечные параметры пара на ТЭС. Сопряженные параметры. Промежуточный перегрев пара на ТЭС. Регенеративный подогрев конденсата и питательной воды. Оптимальное распределение регенеративного подогрева.

Методы расчета тепловых схем ТЭС и исследование их эффективности. Полные тепловые схемы электростанций, выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС. Трубопроводы тепловых электростанций и их классификация. Прочностные расчеты трубопроводов. Гидродинамика трубопроводов. Тепловая изоляция и расчет тепловых потерь.

8. Теплофикация и ее энергетическая эффективность

Экономические основы теплофикации. Определение расхода топлива на выработку электроэнергии и тепла на паротурбинных ТЭЦ. Тепловые нагрузки на ТЭЦ. Особенности характеристик ТЭЦ. Схемы отпуска технологического пара и схемы теплоснабжения. Режимы и методы регулирования централизованного теплоснабжения при однородной и разнородной тепловой нагрузке. Коэффициент теплофикации. Совместная работа ТЭЦ и пиковых котельных.

9. Компоновка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы

Требования к компоновкам. Различные типы компоновок в зависимости от вида топлива и единичной мощности агрегатов. Методика технико-экономического сравнения компоновок. Выбор места сооружения и компоновка генплана ТЭС.

Техническое водоснабжение, источники и системы водоснабжения. Основы теплового расчета охладителей оборотных систем. Градирни различных типов, их сопоставление и области применения. Выбор систем водоснабжения и их технико-экономическое сопоставление.

Системы золошлакоудаления. Схемы газовоздушных трактов и оценка их эффективности. Основы разработки элементов газовоздушных трактов. Предотвращение золовых отложений в газоходах. Характеристики тягодутьевых

машин. Воздуходувки для котлов под наддувом. Методы регулирования производительности тягодутьевых машин.

10. Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС

Воздействие ТЭС на окружающую среду. Нормирование вредных выбросов в атмосферу. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосфере. Предельно допустимые и временно согласованные выбросы. ГОСТ Р 50831-95: нормативы удельных выбросов из котлов.

Снижение выбросов частиц золы в атмосферу. Снижение выбросов оксидов азота и соединений серы в атмосферу. Сокращение выбросов водяного пара и парниковых газов в атмосферу. Снижение вредного воздействия золошлаков на окружающую среду.

Основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод на ТЭС. Образование шламов на ТЭС и пути их утилизации. Причины создания бессточных и малосточных систем технического водоснабжения на ТЭС. Технологические схемы ТЭС с высокими экологическими показателями.

11. Общие вопросы химического анализа воды в энергетических системах

Теоретические основы абсорбционных методов анализа. Основной закон светопоглощения. Отклонения от закона светопоглощения. Электронные спектры светопоглощения. Измерение светопоглощения, определение оптической плотности. Методы количественного анализа индивидуальных веществ.

Аппаратура для фотометрического анализа. Фотоэлектроколориметры. Оптическая схема фотоэлектроколориметра на примере КФК-3. Спектрофотометры. Оптическая схема на примере однолучевого спектрофотометра.

Определении концентрации основных элементов продуктов коррозии в водном теплоносителе энергетических систем. Условия обеспечения представительности проб воды. Определение железа. Определение меди. Определение алюминия. Определение никеля. Определение хрома. Определение цинка. Определение марганца. Определение кобальта.

Основная литература

1. Водоподготовка в энергетике: учебник/ С. Л. Громов, Е. К. Долгов, К. А. Орлов, В. Ф. Очков, М.: Издательство МЭИ, 2021. – 576 с.
2. Природоохранные технологии на ТЭС: учебник /И. С. Никитина, В.Б.Тупов, В.Б. Прохоров: под общ. ред. Рогалева Н.Д. и Прохорова В.Б. М.: Издательство МЭИ, 2021. – 452 с.
3. Тепловые электрические станции. учебник/ Н. Д. Рогалев, А. А. Дудолин, Е. Н. Олейникова: под ред. Рогалева Н.Д. М.: Издательство МЭИ, 2022. – 768 с.
4. Физико-химические процессы в водном теплоносителе электростанций: учебник/ Т.И. Петрова, В.Н. Воронов, Ф.В. Дяченко М.: Издательство МЭИ, 2021. – 384 с.
5. Режимы работы и эксплуатации ТЭС: учебник/ Э.К. Аракелян, Е.Т. Ильин, Н.Д. Рогалев. - М: Издательство МЭИ, 2021.
6. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые электрические станции. М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
7. Тепловые электрические станции. Учебник для вузов, В.Д.Буров, Е.В.Дорохов, Д.П.Елизаров и др. Под ред. В.М.Лавыгина, А.С.Седлова, С.В.Цанева. М.: Издательский дом МЭИ, 2009.
8. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник Под общ.ред. А.В.Клименко и В.М.Зорина. М.: Издательство МЭИ, 2007.
9. Газотурбинные энергетические установки: учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.С. Земцов, А.С. Осыка; под ред. С.В. Цанева. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 428 с.
10. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электрических станций. - М.: Изд-во МЭИ, 2009.- 584 с.
11. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов.-6-е изд., перераб.-М.: Издательство МЭИ, 2001.
12. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.: Энергоатомиздат, 1987.
13. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике: - М.: Издательство МЭИ, 2003.
14. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы: -М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2005.
15. Паровые и газовые турбины для электростанций / А.Г. Костюк, В.В. Фролов. М., А.Е. Булкин, А.Д. Трухний: - М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

Дополнительная литература

1. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ (ред. от 01.07.2021) «Об электроэнергетике».
2. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ (ред. от 18.07.2011) «О теплоснабжении».
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. - М.: ЗАО «Энергосервис», 2003.
4. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

5. Повышение экологической безопасности тепловых электростанций. Абрамов А.И., Елизаров Д.П., Ремезов А.Н. и др. /Под ред. А.С. Седлова. М.: Изд-во МЭИ, 2001.

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ

Доцент кафедры
Теоретических основ теплотехники
к.т.н.

Е.А. Селиванов

Заведующий кафедрой
Теоретических основ теплотехники
к.т.н., доцент

Ю.В. Шацких

И.о. директора ИТАЭ
к.т.н., доцент

А.А. Дудолин