

**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 г.
« ____ » _____

**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

Конкурсная группа - Тепловые электрические станции, их энергетические
системы и агрегаты

Москва, 2026

Программа специальной дисциплины по кафедре ТЭС

1. Тепловая энергетика, типы электростанций и показатели их работы

Первичные энергетические ресурсы и их запасы. Типы электростанций их характеристика и назначение. Технологические схемы ТЭС. Состав технологических систем ТЭС и их назначение. Особенности работы электростанций, графики электрической и тепловых нагрузок. Основные технико-экономические показатели производства электроэнергии и тепла. Собственные нужды ТЭС. Капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Перспективы развития теплоэнергетики. Распределенная энергетика.

2. Котельные установки

Типы и классификация котлов. Тракты и основные элементы котла. Виды компоновок котла. Тепловая схема котла и ее опорные точки. Топка котла, типы топок, условия их применения и тепловые характеристики. Классификация топочных устройств. Подготовка топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления, размольные устройства. Схемы тепловой и аэродинамической организации сжигания топлива. Системы золошлакоудаления. Методы снижения образования токсичных продуктов сгорания. Теплообмен в топке и конвективных поверхностях нагрева. Тепловой расчет паровых котлов и их элементов. Гидродинамика поверхностей нагрева с принудительным движением среды и систем с естественной циркуляцией среды. Причины загрязнения пара и методы борьбы с ним. Способы получения чистого пара. Загрязнение, коррозия и эрозия поверхностей нагрева и методы борьбы с ними. Конструкции современных котлов и тенденции их развития. Работа котла при переходных режимах. Способы поддержания температуры перегретого пара., регулировочные характеристики пароперегревателей. Экономичность работы котла. Отложения солей то тракту котельного агрегата и их удаление.

3. Паротурбинные установки электростанций

Тепловые циклы паротурбинных установок. Принципиальное устройство паровой турбины. Преобразование энергии в турбинной ступени. Парораспределение паровой турбины, назначение и принципы применения. Принцип работы, назначение и процессы, происходящие в основных вспомогательных элементах турбины. Типы паровых турбин, их назначение и условия применения. Начальные и конечные параметры паротурбинных установок, их влияние на показатели тепловой экономичности. Работа

турбин на влажном паре, влияние влажности на характеристики турбинной ступени. Сепарация влаги в проточной части турбин. Система регулирования и управления турбинами разных типов. Работа турбины при переменных режимах. Основы эксплуатации паротурбинных установок.

4. Технологические тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения экономичности паротурбинных электростанций

Основные элементы технологической тепловой схемы ТЭС и их назначение. Параметры эксплуатации ТЭС и факторы, влияющие на выбор начальных и конечных параметров. Методы расчета тепловых схем и исследование их эффективности. Полные тепловые схемы электростанций, выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС. Выбор оптимального распределения регенеративного подогрева воды по ступеням на КЭС и ТЭЦ без промперегрева и с промперегревом пара. Способы повышения экономичности ТЭС. Методы расчета экономически наиболее выгодной температуры питательной воды. Состав основного и вспомогательного оборудования тепловой схемы ТЭС, его назначение. Методы расчета и выбора основного и вспомогательного оборудования ТЭС.

Особенности расчета и выбора паропроводов, трубопроводов питательной воды и конденсата. Методы расчета на прочность и гидродинамические расчеты трубопроводных систем. Расчет тепловых потерь и выбор тепловой изоляции.

5. Теплофикация (когенерация) и ее энергетическая эффективность

Экономические основы теплофикации. Определение расхода топлива на выработку электроэнергии и тепла на паротурбинных ТЭЦ. Тепловое потребление и классификация тепловой нагрузки. 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.

6. Газотурбинные и парогазовые ТЭС

Типы газотурбинных и парогазовых ТЭС. Принципиальные тепловые схемы газотурбинных и парогазовых ТЭС: структура, назначение агрегатов. Схемы, конструкции, характеристики и режимы работы компрессоров. Камеры сгорания: типы, конструктивные схемы, характеристики. Эксплуатация и переменные режимы работы энергетических газотурбинных установок. Котлы-утилизаторы в тепловой схеме парогазовых ТЭС: конструктивные схемы и особенности их работы. Тепловой и аэродинамический расчеты котлов-утилизаторов. Особенности паротурбинных

установок в составе парогазовых ТЭС. Регулирование нагрузки на парогазовых ТЭС с котлами-утилизаторами. Особенности комбинированной выработки электроэнергии и тепла на газотурбинных и парогазовых ТЭС. Парогазовые технологии на пылеугольных электростанциях.

7. Режимы работы электростанций

Общая характеристика режимов работы ТЭС. Особенности работы ТЭС в составе энергосистемы. Графики электрических нагрузок энергосистем, электростанций, энергоблоков в суточном, сезонном и годовом аспектах времени. Баланс мощности в энергосистеме. Регулирование частоты и напряжения в системе. Система управления режимами работы внутри электростанций и в энергосистеме. Диспетчерские службы. Режимы эксплуатации энергоблоков КЭС, ТЭЦ и других типов электростанций. Стационарные, переходные и переменные режимы работы. Влияние переменных режимов работы, на показатели тепловой экономичности, надежность и долговечность оборудования. Работа основного и вспомогательного оборудования на частичных нагрузках. Обеспечение оптимальных условий эксплуатации основного и вспомогательного оборудования при различных нагрузках. Основные факторы и ограничения, определяющие режимы работы. Затраты топлива при работе в переходных режимах связанные с нестационарными процессами. Пусковые схемы энергоблоков их назначение и особенности использования. Пуски оборудования из различных тепловых состояний. Расход топлива на пуск блоков. Способы использования оборудования для покрытия переменной части графика нагрузок. Прохождение провалов и пиков нагрузки. Особенности эксплуатации ТЭС в условиях рынка. Принципы выбора состава включенного оборудования и распределения нагрузки между агрегатами в условиях рынка. Критерии выбора. Использование энергетических характеристик оборудования ТЭС и ТЭЦ для оценки эффективности технологических процессов и режимов работы оборудования в условиях рынка электроэнергии и мощности. Влияние режимов работы на принятие оптимальных решений перспективного развития и реконструкции ТЭС. Аварийные режимы и ситуации их предупреждение и способы ликвидации.

8. Защита окружающей среды от воздействия ТЭС

Основные понятия об экосистеме, биосфере и о круговороте веществ в природе. Воздействие ТЭС на окружающую среду, виды загрязнений. Соотношение между природными и промышленными выбросами вредных веществ. Трансформация вредных веществ в атмосфере. Предельно допустимые концентрации выбросов. Дымовые трубы и рассеивание вредностей в атмосфере, расчет высоты дымовых труб.

Факторы физического воздействия на окружающую среду. Снижение выбросов золы, оксидов азота и соединений серы в атмосферу. Сокращение выбросов водяного пара и парниковых газов в атмосферу. Снижение вредного воздействия золошлаковых отходов на окружающую среду.

Основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод на ТЭС. Образование шламов на ТЭС и пути их утилизации. Технологические схемы ТЭС с высокими экологическими показателями.

Шумовое воздействие ТЭС. Источники шума. Пределы шумового воздействия.

Методы расчета и анализа состояния экосистем.

Основные законы РФ в области охраны окружающей среды: «Закон об охране окружающей среды», «Закон об охране атмосферного воздуха», «Закон о лицензировании природоохранной деятельности» и др. Международные соглашения, подписанные Россией в области охраны окружающей среды. Предельно допустимые концентрации вредных веществ.

9. Генплан станции, компоновка ТЭС и технологические системы обеспечения ее работы.

Выбор места сооружения и компоновка генплана ТЭС.

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

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.

Топливное хозяйство электростанции. Способы доставки топлива, приемно-разгрузочные и размораживающие устройства. Запасы топлива на ТЭС. Транспортные механизмы топливоподачи и дробильные установки. Пылеприготовление на ТЭС.

Схемы газоздушных трактов и оценка их эффективности. Основы разработки элементов газоздушных трактов. Предотвращение золовых отложений в газоходах. Характеристики тягодутьевых машин. Воздуходувки для котлов под наддувом. Методы регулирования производительности тягодутьевых машин.

Системы золошлакоудаления. Расчет золошлакопроводов и выбор скорости пульпы.

Основная литература

1. Терминологический справочник по электроэнергетике. – М.: Типография «КЕМ», 2008. – 912 с.
2. Теплоэнергетика и теплотехника: Справочная серия.: в 4 кн. / под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. Кн. 3:Тепловые и

- атомные электростанции: справочник. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 648 с.
3. 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. -466 с.
 4. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые электрические станции. М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 464 с.
 5. Паровые и газовые турбины для электростанций: / А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний; под. ред. А.. Костюка. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 556 с.
 6. Режимы работы и эксплуатация ТЭС:// Э.К.Аракелян, Е.Т. Ильин, Н.Д. Рогалев. – М.: Издательство МЭИ, 2021. – 520 с.

Дополнительная литература

1. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2003. – 420 с.
2. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электрических станций. – М.: Изд-во МЭИ, 2009. –584 с.
3. Ларин Б.М. Водоподготовка и водно-химический режим тепловых электростанций – Иваново, 2009. – 412 с.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 472 с.
5. Котлы с циркулирующим кипящим слоем: учебное пособие / А.Г. Тумановский, А.Н. Тугов, П.В. Росляков – М.: Изд-во МЭИ, 2014.
6. Росляков П.В. Методы защиты окружающей среды: учебник для ВУЗов – М.: Издательский ДОС МЭИ, 2007.
7. 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.
8. Тупов В.Б. Факторы физического воздействия ТЭС на окружающую среду: / В.Б. Тупов. М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 284 с.
9. Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций: / А.Д. Трухний. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 667 с.
10. Экономика энергетики: / Н.Д. Рогалев, А.Г. Зубкова, И.В. Мастерова и др.; под ред. Н.Д. Рогалева. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 320 с.
11. Н.Н. Манькина. Физико-химические процессы в пароводяном цикле электростанций – Энергоатомиздат – 2008 – 431 с.
12. Современная рыночная электроэнергетика Российской федерации. 3-издание/Под.ред. Баркина О.Г.-М.: Издательство «Перо», 2017, - 532с.

«Согласовано»

И.о. директора ИТАЭ

д.т.н., доцент

Дудолин А.А.