

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

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

« ____ » _____ 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
Профиль – Энергетические системы и комплексы: моделирование и проектирование

Москва, 2026

1. Комплексные проблемы энергетики

Основные проблемы развития энергетических систем и комплексов; принципы их построения и перспективы объединения в Единую электроэнергетическую систему. Характерные графики электрической и тепловой нагрузок; методы выбора топливной базы электростанций и энергетических комплексов в увязке с оптимизацией общего энергетического баланса страны; комплексный выбор структуры электрических мощностей, типы электрических станций и их размещение; схемы электрических связей (совместно с выбором общей схемы топливно-энергетических связей в стране). Показатели качества энергии. Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета. Особенности выбора комбинированной и раздельной схем энергоснабжения при использовании органического топлива, ядерного горючего; влияние на эти решения особенностей схем энергоснабжения и топливоснабжения. Теплофикационные, теплоснабжающие системы и методы выбора оптимальных параметров; энергетические балансы предприятий, основы нормирования расходов топлива, и энергии. Выбор схем энергоснабжения территориально-производственных комплексов, промышленных центров, крупных предприятий. Режимы и методы регулирования централизованного теплоснабжения при однородной и разнородной тепловой нагрузке. Совместная работа ТЭЦ и пиковых котельных. Экологические проблемы энергетики. Влияние энергетических объектов на окружающую среду, виды воздействий и их последствия, методы оценки и нормативы. Технические возможности снижения вредных выбросов в атмосферу и почву. Новые технологии с минимальными выбросами вредных веществ в атмосферу. Энерготехнологические переработки сланцев и низкосортных углей. Перспективы использования технологии ЦКС для эффективного и экологически безопасного сжигания твердых топлив. Способы сокращения выбросов углекислого газа в атмосферу, улавливание и «секвестирование» углекислого газа в тепловой и промышленной энергетике. Технологические схемы ТЭС с высокими экологическими показателями.

2. Термодинамика энергетических установок

Общая методика термодинамического анализа циклов теплоэнергетических установок. Общие методы повышения термодинамической эффективности циклов энергетических установок. Паровые теплоэнергетические установки. Повышение эффективности циклов паротурбинных установок конденсационного типа. Показатели эффективности ТЭЦ и энергосистемы в целом. Особенности реальных циклов паротурбинных установок. Простейшие циклы ГТУ, работа сжатия в компрессоре и ее уменьшение, сложные циклы ГТУ. Комбинированные теплоэнергетические установки. Общие принципы комбинирования циклов, циклы парогазовых установок. Особенности

выбора циклов АЭС. Термодинамические циклы АЭС на жидком (паровом), и газовом теплоносителях. Холодильные машины и тепловые насосы. Циклы газовых компрессорных термотрансформаторов. Циклы паровых холодильных установок и тепловых насосов. Перспективы использования тепловых насосных установок в составе энергетических комплексов при совместной выработке электроэнергии и тепла.

3. Паровые котлы ТЭС

Типы паровых котлов, основные элементы паровых котлов. Основные тракты паровых котлов. Физико-химические свойства и теплотехнические характеристики энергетических топлив и организация их сжигания. Топочные устройства и особенности их работы, методы снижения уровня образования вредных продуктов сгорания в зоне горения. Экономичность работы паровых котлов. Методика теплового расчета парового котла. Процессы, происходящие на внешней стороне поверхностей нагрева. Причины загрязнения пара и методы борьбы с ними. Отложения солей по тракту котельного агрегата и их удаление. Работа при переходных режимах, регулировочные характеристики пароперегревателей. Особенности конструкций маневренных и полупиковых модификаций котлов. Паровые котлы на парогазовых ТЭС: типы, особенности конструкций и режимов работы.

4. Паротурбинные установки электростанций

Паротурбинные установки: конденсационные, теплофикационные, с противодавлением. Конструкция и принцип действия ступени осевой турбомашины (компрессор, турбина). Определение скоростей в характерных сечениях рабочей решетки. Процесс расширения пара в турбинной ступени, степень реактивности. Мощность ступени, удельная работа на рабочих лопатках. Структура потерь в турбинной ступени. Влияние коэффициента $u/cф$ на относительный лопаточный КПД активной ступени.

5. 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 газотурбинных установок: типы, конструктивные схемы, характеристики. 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.

6. Режимы работы ТЭС

Графики электрических нагрузок. Режимы работы ТЭС. Энергетические характеристики конденсационных и теплофикационных турбоагрегатов и котельных установок. Экономичные режимы совместной работы агрегатов и блоков ТЭС. Совместная работа ТЭС, ГЭС и АЭС в энергосистемах. Пусковые схемы блоков из различных тепловых состояний. Схемы включения и типы привода питательных насосов, их выбор. Перевод турбоагрегатов в моторный режим и другие методы покрытия переменной части графиков нагрузки энергосистемы. Пиковые и полупиковые электростанции и установки.

7. Разработка энергокомплексов с высокими экологическими показателями

Основные изменения в области производства и передачи энергетических ресурсов, их переработки и потребления. Основные направления энергосбережения. Роль нетрадиционных источников энергии в энергетическом балансе. Тенденции в разработке и создании децентрализованных источников, критерии оценки эффективности централизованных и децентрализованных источников энергии. Критерии оптимизации энергетических комплексов. Критерии оптимальности ТЭС, их развитие и области применения в оптимизационных расчетах. Основные принципы и методы технико-экономической оптимизации схем и параметров ТЭС. Виды ограничений при технико-экономической оптимизации, достоинства и недостатки различных методов, области применения их.

Список литературы

1. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые электрические станции. М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
2. 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.
3. Режимы работы и эксплуатации ТЭС: учебник/ Э.К. Аракелян, Е.Т. Ильин, Н.Д. Рогалев. – М: Издательство МЭИ, 2021.
4. 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.

5. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник Под общ.ред. А.В.Клименко и В.М.Зорина. М.: Издательство МЭИ, 2007.

6. 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.

«Согласовано»

Директор ИЭВТ
к.т.н., доцент

И.А. Щербатов