

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

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

**«Утверждаю»
Директор ИЭВТ**

_____ **И.А. Щербатов**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ**

**Направление подготовки:
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Москва, 2026 год

1. Содержание разделов базовой части:

1.1. Техническая термодинамика

Построение термодинамических процессов, процессов обработки веществ и материалов в термодинамических диаграммах состояния. Первый и второй законы термодинамики. Энтропия. Понятие эксергии. Термодинамические циклы тепловых двигателей и холодильных установок. Теплонаносные установки. Эксергетический анализ. Методы оценки и показатели эффективности тепломассообменных процессов и оборудования на основе первого и второго законов термодинамики, эксергетического анализа. Термодинамика потока.

1.2. Теоретические основы теплотехники

Основные положения теории теплопроводности: дифференциальные уравнения теплопроводности, теплопроводность через плоскую и цилиндрическую стенку, в ребре постоянного сечения, нестационарная теплопроводность, безразмерные критерии Био и Фурье, регулярный режим охлаждения тел.

Конвективный теплообмен в однофазных средах: дифференциальные уравнения конвективного теплообмена, критерии подобия, теплоотдача при вынужденном обтекании плоской поверхности, при вынужденном движении жидкости в трубах, при вынужденном поперечном обтекании пучков труб. Уравнения пограничного слоя.

Теплообмен при испарении, кипении и конденсации. Массоотдача. Аналогии процессов тепло- и массообмена. Теплообмен излучением. Законы теплового излучения.

1.3. Химия

Общие закономерности химических процессов. Основы химической термодинамики. Основы химической кинетики.

Растворы. Водородный показатель среды pH.

Электрохимические процессы. Химические источники тока. Электролиз. Коррозия металлов и защита от коррозии.

1.4. Гидрогазодинамика

Гипотеза сплошности среды. Подходы Лагранжа и Эйлера к описанию движения сплошной среды. Уравнение неразрывности. Уравнение Эйлера. Уравнение Бернулли. Вязкая жидкость. Уравнение Навье-Стокса. Критерии подобия. Ламинарное и турбулентное режимы течений жидкости. Пограничный слой. Гидродинамические сопротивления.

2. Содержание разделов специальной части:

2.1. Котельные установки и парогенераторы

Типы котельных установок и их основные конструктивные элементы. Принципиальные тепловые схемы жаротрубного и водотрубного паровых котлов. Классификация поверхностей нагрева жаротрубного и водотрубного паровых котлов. Расчет КПД котельного агрегата с использованием методов прямого и обратного баланса. Физико-химические и теплотехнические свойства топлив энергетических установок и методы их сжигания. Типы горелочных устройств и основные принципы их функционирования. Понятие циркуляции и кратности циркуляции греющей и нагреваемой среды.

2.2. Источники и системы теплоснабжения

Назначение, структура, классификация систем теплоснабжения. Теплоносители систем

теплоснабжения. Требования к качеству и параметрам теплоносителей. Классификация водяных систем централизованного теплоснабжения предприятий и жилых районов. Схемы теплоснабжения. Методы определения потребности потребителей в паре и горячей воде. Методы регулирования отпуска теплоты. Состав оборудования систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий. Тепловые сети, их назначение, конструкция, способы прокладки. Трубопроводы, арматура, оборудование тепловых сетей. Схемы и конфигурации тепловых сетей. Гидравлический расчет трубопроводов; гидравлический режим тепловых сетей. Характеристики и выбор насосного оборудования. Особенности работы насосов в сети. Построение пьезометрического графика для водяной тепловой сети. Расчетные и нерасчетные режимы эксплуатации тепловых сетей. Выбор сетевых и подпиточных насосов для водяных тепловых сетей. Определение затрат электроэнергии на транспортировку сетевой воды. Теплоизоляционные материалы и конструкции трубопроводов тепловых сетей. Выбор способа прокладки тепловых сетей, тепловые потери, тепловой расчет тепловых сетей. Центральные и индивидуальные тепловые пункты, принципиальные схемы, оборудование и режимы работы. Источники генерации теплоты систем теплоснабжения: назначение, классификация, параметры, рациональные области использования. Классификация и тепловые схемы котельных, их расчет; методы выбора основного и вспомогательного оборудования; методы распределения нагрузки между основным оборудованием; энергетические, экономические и экологические характеристики. Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) промышленных предприятий и общего назначения. Энергетические и экологические преимущества комбинированного способа выработки теплоты и электроэнергии. Принципиальные схемы паротурбинных, газотурбинных, парогазовых ТЭЦ и ТЭЦ-ДВС. Когенерация и тригенерация. Теплонасосные и холодильные установки. Системы холодоснабжения. Холодильные коэффициенты, КПД. Методика определения потребности в холоде. Утилизационные котельные и ТЭЦ. Использование вторичных энергетических ресурсов предприятий: установки, тепловые схемы, режимы работы, определение показателей эффективности.

2.3. Тепломассообменное оборудование предприятий

Основные виды и классификация тепломассообменного оборудования промышленных предприятий. Теплоносители, их свойства, области применения. Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, смесительные теплообменники: конструкции, принцип действия, режимы эксплуатации. Тепловые и материальные балансы. Тепловой и гидравлический расчеты рекуперативных теплообменников. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов. Основные конструкции, принцип действия. Основы расчета и подбора стандартного оборудования. Вспомогательное оборудование (нагнетатели, конденсатоотводчики, оборудование систем оборотного водоснабжения). Способы интенсификации теплообмена.

2.4. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии

Виды топливно-энергетических ресурсов, условное топливо. Актуальность рационального использования энергоресурсов в России. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии. Энергобалансы потребителей ТЭР. Методы энергосбережения при производстве тепловой энергии. Энергосбережение в системах транспортировки и распределения тепловой энергии. Энергосбережение в низкотемпературных и высокотемпературных технологиях. Рациональное использование энергии в зданиях и сооружениях. Вторичные энергетические ресурсы. Энергосбережение при электроснабжении и электропотреблении. Основы проведения энергетических обследований. Учет энергетических ресурсов.

2.5. Основы водородных технологий

Классификация топливо - энергетических ресурсов. Возобновляемые энергетические ресурсы. Произведенные энергетические ресурсы. Энергетика России и актуальность энергосбережения. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии. Автономная энергетика, роль и место в структуре энергетической отрасли. Определение электрохимической и водородной энергетики. Химические источники тока. История создания и развития. Области применения. Мировые тенденции и проблемы развития электрохимических технологий в водородной энергетике.

Способы производства водорода: кислородная и парокислородная конверсия природного газа, получение водорода с помощью угля, химические и электрохимические циклы.

Способы хранения и транспорта водорода. Технико-экономическое сравнение различных способов хранения и транспорта: газообразного, в жидком виде, хранение в гидридах металлов и др.

Использование водорода в энергетике. Сглаживание пиковых нагрузок в энергосистеме, включая возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Использование других электрохимических систем в недельном и сезонном процессе выравнивания нагрузки.

Термодинамика и кинетика процессов в Химических источниках тока (ХИТ). Восстановители и окислители. Электрическая проводимость водных растворов электролитов. Электрическая проводимость неводных растворов электролитов.

Кинетика процессов на электродах химических источников тока. Электрохимическая поляризация. Катализаторы электродов. Электрокатализ в химических источниках тока.

Классификация химических источников тока. Применение ХИТ в интегрированных энергетических системах.

Типы и параметры первичных ХИТ. Процессы, протекающие на электродах различных первичных источников тока.

Типы и параметры аккумуляторов. Процессы, протекающие на электродах различных аккумуляторов.

Типы и параметры топливных элементов. Процессы, протекающие в топливных элементах. Материалы электродов и электролита.

2.6. Экономическая теория

Взаимодействие спроса и предложения. Рыночное равновесие. Параметры равновесия. Эластичность спроса и предложения. Методы расчета ВВП. Макроэкономические субъекты и макроэкономические рынки. Совокупный спрос. Неценовые факторы, воздействующие на совокупный спрос. Совокупное предложение. Неценовые факторы, влияющие на совокупное предложение. Макроэкономическое равновесие. Модель AD-AS. Безработица и ее виды. Закон Оукена. Инфляция, уровень и темп инфляции. Содержание и общие черты экономического цикла. Банковская система. Фискальная политика государства. Монетарная политика государства.

3. Литература

1. Кирилл В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика, 5-е изд. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 496 с.
2. Ривкин С.Л. Термодинамические свойства газов. –4-е изд. –М.: Энергоатомиздат, 1987. – 287 с.
3. Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие. – М.: Издательство МЭИ, Изд. 2. 2006. – 158 с.
4. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы: учебник. – Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотичная динамика", 2005.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учебник для вузов. Изд.7. 2003. – М.: Дрофа, – 840 с.
6. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - М.: Энергоиздат, 1981. - 416 с.

7. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2008. – 550 с., ил.
8. Тепломассообмен: учебник: В 2т. Т. 1 / А.П. Солодов, Д.В. Сиденков, В.И. Величко; под общей редакцией А.П. Солодова. – М.: Издательство МЭИ, 2021. – 484 с.
9. Тепломассообмен: учебник: В 2т. Т. 2 / А.П. Солодов, Д.В. Сиденков; под общей редакцией А.П. Солодова. – М.: Издательство МЭИ, 2023. – 606 с.
10. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник / А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев, А.В. Клименко и др.; под ред. А.В. Клименко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2021. – 504 с.
11. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. 9-е изд. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 472 с.
12. Коровин, Н. В. Общая химия : учебник для вузов по техническим направлениям / Н. В. Коровин. – 14-е изд. перераб. – М. : Академия, 2013. – 496 с. – (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-7695-9864-7.;
13. Водородная энергетика : учебное издание для реализации основных образовательных программ высшего образования по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Н. В. Кулешов, С. К. Попов, С. В. Захаров, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ "МЭИ"); ред. Н. В. Кулешов. – Москва: Изд-во МЭИ, 2021. – 548 с. – ISBN 978-5-7046-2438-7.
14. Нефедкин, С. И. Автономные энергетические установки и системы: учебное пособие по курсу "Автономные энергоустановки и системы" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. И. Нефедкин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2018. – 218 с. – ISBN 978-5-7046-1847-8.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10105>.
15. Экономическая теория: сборник задач / И. В. Мастерова, О. Ю. Пономарева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2021. – 52 с. – URL: <http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11546> . – ISBN 978-5-7046-2434-9.
16. Микроэкономика и макроэкономика : учебное пособие / Е. В. Каленская, В. А. Щевьева, В. В. Бологова, Л. С. Щевьева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2016. – 40 с. – URL: <http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8481>. – ISBN 978-5-7046-1715-0.

Согласовано с заведующими выпускающих кафедр:

Зав. каф. ИТНО

Рогалев А.Н.

Зав. каф. ПТС

Яворовский Ю.В.

И.о. зав. каф. ТМПУ

Щербатов И.А.

И.о. зав. каф. ХиЭЭ

Климова М.А.

Зав. каф. ЭЭП

Крыленко Е.Е.