

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

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

«_____» _____ 2025 г.

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

Группа научных специальностей – 2.4. Энергетика и электротехника

Научная специальность – 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника

Профиль - Промышленная теплоэнергетика

Москва, 2026

1. Фундаментальные основы теплотехники

Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Изопроецессы в идеальных газах. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопроецессов. Второй закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы и их применение в термодинамических расчетах. Теплопроводность в твердых телах. Уравнение теплопроводности. Процессы нестационарной теплопроводности. Конвективный тепло- и массоперенос. Законы сохранения массы, потока импульса, энергии. Виды граничных условий для уравнений сохранения. Законы Ньютона, Фурье и Фика. Основы теории пограничного слоя. Способы расчета коэффициентов теплоотдачи при естественной и вынужденной конвекции. Тепло- и массообмен при фазовых превращениях. Расчет коэффициентов теплоотдачи при кипении и конденсации. Методы численного решения уравнений тепло- и массопереноса.

Механизм теплообмена при пузырьковом кипении жидкости в неограниченном объеме. Контактный теплообмен. Радиационный теплообмен. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана—Больцмана. Теплообмен излучением в прозрачных и поглощающих средах. Процессы смесеобразования. Молекулярная и турбулентная диффузия. Смесеобразование в турбулентных слоях. Аналогия между диффузией и теплообменом. Процессы воспламенения и распространения пламени. Самовоспламенение и зажигание горючих смесей. Тепловая и цепная теория самовоспламенения. Механизм и кинетика горения индивидуальных газов. Механизм термического разложения углеводородов. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания.

2. Источники и системы теплоснабжения предприятий

Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Тепловые сети. Методы определения расчетного расхода воды и пара. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей. Промышленные котельные. Тепловые схемы и их расчет. Методы распределения нагрузки между котлами. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепловой и электрической энергии. Когенерационные и тригенерационные установки. Теплонасосные и холодильные установки, области применения, показатели эффективности.

3. Котельные установки и парогенераторы

Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах. Пароперегреватели котлов. Методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали.

Конструктивные схемы воздушных подогревателей. Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией.

Водогрейные и паро-водогрейные котлы. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с не водяными теплоносителями. Котлы, использующие теплоту технологического продукта.

4. Тепломассообменное оборудование предприятий

Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки. Тепловые схемы и принцип работы. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Основы теплового расчета. Перегонные и ректификационные установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Процессы термовлажностной обработки воздуха. Теплообменники с влаговыпадением. Сушильные установки. Понятие и процессы сушки. Формы связи влаги с материалом. Основы кинетики и динамики сушки. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов.

5. Тепловые двигатели и нагнетатели

Место нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров. Схемы поршневых компрессоров. Принцип работы поршневого детандера. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях. Способы изменения характеристики вентилятора. Особенности работы насосов в сети. Центробежные и осевые компрессоры. Основные способы изменения характеристики компрессора. Типы паровых турбин. Работа и мощность турбинной ступени. Типы потерь в проточной части турбины. Принципиальные схемы паротурбинных установок. Схемы газотурбинных установок. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных установок. Особенности работы турбодетандеров. Газопоршневые двигатели. Энергетические установки на основе органического цикла Ренкина. Принцип действия и область применения двигателей Стирлинга.

6. Технологические энергоносители предприятий

Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Характеристика энергоносителей. Методика

определения потребности в энергоносителях. Система воздухообеспечения. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения. Расчет системы газоснабжения. Газовый баланс предприятия. Проблемы очистки, аккумулярование, использование избыточного давления. Проблемы защиты окружающей среды. Системы холодоснабжения

Основная литература

1. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика: учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ 2008. – 496 с.
2. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 550 с.
3. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 632 с.
4. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 632 с.
5. Энергосбережение в теплоэнергетике и технологиях. Учебник для вузов / под ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 424 с.
6. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. – 9-е изд. – М.: Изд. дом МЭИ, 2009. – 472 с.
7. Сазанов, Б. В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы : учебное пособие / Б. В. Сазанов, В. И. Ситас. — Москва : МЭИ, 2014. — 275 с. — ISBN 978-5-383-00900-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72273> (дата обращения: 15.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебник / А. Б. Горяев, И. В. Яковлев, А. В. Клименко [и др.]. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : НИУ МЭИ, 2021. — 504 с. — ISBN 978-5-7046-2590-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362507> (дата обращения: 15.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Калинин, Н. В. Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий: учебник / Калинин Н. В., Логинова Н. А., Жигулина Е. В., Яворовский Ю. В. - Москва : НИУ МЭИ, 2021. – 344 с.

Дополнительная литература

1. Султангузин И.А., Яворовский Ю.В. Математическое моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических систем. - М.; Издательство МЭИ, 2009. – 92 с.
2. Холоднов В.А., Хартман К., Чепикова В.Н., Андреева В.П. Системный анализ и принятие решений. Компьютерные технологии моделирования химико-технологических систем. СПб.: СПбГТИ (ТУ). 2007, 160 с.

3. Горяев А.Б., Овчинников Е.В. Оптимизация тепло-массообменного оборудования на основе системного подхода / Учебное пособие по курсам «Тепло-массообменное оборудование предприятий» и «Основы инженерного проектирования» для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика», — М. Издательство МЭИ, 2008.—32 с.
4. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / под общ. ред. профес. МЭИ (ТУ) С.И. Гамазина, Б.И. Кудрина, С.А. Цырука. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010. — 747 с.
5. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / Под ред. проф. Б.М. Хрусталева. — М.: Изд-во АСВ, 2007. — 784 с.
6. Лабунцов Д.А., Ягов В.В. Механика двухфазных систем: учебное пособие для вузов, 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007. — 384 с.

Согласовано

Директор ИЭВТ
к.т.н., доцент

Щербатов И.А.