

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы магистратуры  
по направлению подготовки  
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Пути повышения эффективности производства энергии на тепловых  
станциях с паровыми и водогрейными котлами**

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Энергосберегающие процессы и технологии

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 377843  
Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур  
Владимирович  
Дата: 24.04.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Пути повышения эффективности производства энергии на тепловых станциях с паровыми и водогрейными котлами» является формирование в процессе подготовки магистров по направлению 13.04.01 компетенций, позволяющих осуществлять энергосберегающие мероприятия на основе методов оценки эффективности преобразования, распределения и использования энергетических ресурсов с учётом экономических и экологических требований.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение методологией расчета тепловой схемы котельной;
- овладение методологией поверочного теплового и аэродинамического расчета водогрейного котла
- формирование навыков по принятию управленческих решений при работе на тепловой станции с паровыми и водогрейными котлами
- приобретение знаний, о современных проблемах, тенденциях и направлениях развития теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-1** - Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов;

**ПК-2** - Способен проводить технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования;

**ПК-3** - Способность организовать работу исполнителей, осуществлять контроль и проверку выполненных работ на всех стадиях проектирования;

**ПК-4** - Способность разрабатывать и оптимизировать технологические решения при проектировании теплоэнергетических объектов и систем;

**УК-2** - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Знать:**

- основные требования нормативных документов для составления проектной документации;
- принципы сбора, обобщения и систематизирования необходимой научно-технической информации;
- основные стандартные методики для проведения теплотехнических расчетов;
- номенклатуру серийного теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования;
- методологию работы над проектом и управления проектом.

**Уметь:**

- собирать, систематизировать, анализировать и использовать при проектировании объектов научную, техническую и технологическую информацию о энергосберегающих технологиях, процессах и оборудовании;
- собирать и анализировать исходные данные для проектирования;
- проводить технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проектных решений;
- согласовывать техническое задание и технические условия на проектирование;
- проверять соответствие технологических решений и технической документации выполненных проектов действующим нормативным документам.

**Владеть:**

- навыками разработки технического задания на проект;
- навыками планирования проекта;
- навыками проведения технических расчётов теплоэнергетических объектов;
- навыками работы с прикладным программным обеспечением для расчета параметров и выбора оборудования;
- навыками ведения коллективной работы.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №2
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	16	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 96 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Состояние и перспективы развития теплоснабжения в России. Производство и передача тепловой энергии потребителю. Прогноз развития мировой энергетики. Энергетическая эффективность теплофикации. Рассматриваемые вопросы: Приоритетная задача долгосрочной энергетической политики России. Оценка энергоёмкости промышленности РФ. Оценка потенциала энергосбережения. Структура топливоиспользования в РФ. Обзор документов: № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и «Стратегия развития теплоснабжения и когенерации в российской Федерации до 2025 г.»
2	Общепринятая терминология. Эффективность производства тепловой энергии. Основное оборудование тепловой станции. Рассматриваемые вопросы: Терминология, применяемая в области энергоснабжения по материалам Мировой энергетической конференции (МИРЭК, с 1 января 1990 г. Мировой энергетический совет

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	(World Energy Council, WEC). КПД котельной установки, сравнение КПД различных источников тепла – ТЭЦ, районных котельных. Выделение основных и вспомогательных элементов в схеме котельных
3	<b>Оборудование тепловых станций. Тепловые схемы.</b> Рассматриваемые вопросы: Чтение схем энергетических предприятий: ТЭС, ТЭЦ, КЭС, ГРЭС, районных и пиковых отопительных, промышленно-отопительных и промышленных котельных. Обозначение на схемах основных элементов источников тепловой и электрической энергии. Сравнение различных схем. Анализ предприятий работающих по схеме выпуска одного продукта и предприятий, работающих по схеме когенерации.
4	<b>Виды теплоносителей. Энергосберегающие мероприятия, применяемые при проектировании и строительстве станций с паровыми и водогрейными котлами. Тепловые схемы.</b> Рассматриваемые вопросы: Анализ положительных и отрицательных сторон выработки и применения основных теплоносителей: пара и горячей воды. Схемы теплоснабжения, температура теплоносителя в прямой и обратной линии. Анализ эффективности работы различных схем теплоснабжения. Мероприятия по эффективной эксплуатации и модернизации станций с паровыми и водогрейными котлами, имеющие энергосберегающий эффект.
5	<b>Конструкции и технические характеристики паровых котлов.</b> Рассматриваемые вопросы: Основные конструкции котлов – с естественной, принудительной циркуляцией и прямоточные котлы. Особенность их работы. Чтение маркировки котла. Классификация паровых котлов по давлению пара, производительности. Основные схемы компоновки котлов. Преимущества и недостатки котлов разного типа.
6	<b>Классификация паровых котлов. Основы расчёта котлов.</b> Рассматриваемые вопросы: Тепловой расчет котельного агрегата, аэродинамический расчет котла по стандартным методикам. Порядок расчета, выбор коэффициентов.
7	<b>Конструкции и технические характеристики водогрейных котлов.</b> Рассматриваемые вопросы: Классификация водогрейных котлов. Марки водогрейных котлов. Конструкции водогрейных котлов различных марок и их технические характеристики. Регулирование работы котельного агрегата на примере котла ПТВМ
8	<b>Классификация водогрейных котлов. Комбинированные (с выработкой пара и горячей воды) котлы.</b> Рассматриваемые вопросы: Классификация котельных агрегатов. Котлы, применяемые для промышленных целей и в промышленно-отопительных котельных. Схема котельной, работающей в пиковом режиме. Марки котлов, чтение маркировки. Производительность котельных агрегатов
9	<b>Перспективы развития тепловых станций с паровыми и водогрейными котлами.</b> Рассматриваемые вопросы: Оценка эффективности тепловых станций с паровыми и водогрейными котлами. Понятие о централизованной и децентрализованной схеме теплофикации. Место в схеме котельных с паровыми и водогрейными котлами. Оценка КПД

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Анализ и сравнение источников теплоснабжения</b> На практическом занятии студенты получают навыки чтения схем тепловых станций различного типа: ТЭЦ, принцип работы станции по схеме когенерации. ТЭС, районных промышленных,

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	промышленно-отопительных , отопительных котельных., а также навык оценки КПД источников теплоснабжения
2	<b>Основное оборудование тепловой станции</b> На практическом занятии студенты получают навыки чтения схем водоподготовки, проектирования хвостовых поверхности нагрева, включающ в себя водяной экономайзер, пароперегреватель, воздухоподогреватель. Получают навык расчета хвостовых поверхностей нагрева в соответствии со стандартными методиками расчета оборудования.
3	<b>Тепловая станция с водогрейными котлами</b> На практическом занятии студенты получают навыки анализа и чтения схемы станции с водогрейными котлами, изучают основные элементы схемы
4	<b>Тепловая станция с паровыми котлами</b> На практическом занятии студенты получают навыки анализа и чтения схемы станции с паровыми котлами, изучают основные элементы схемы
5	<b>Основные элементы конструкции котла</b> На практическом занятии студенты получают навыки классификации основных элементов конструкции котла, таких как горелочные устройства; топочные камеры для сжигания различных видов топлива; барабан котла.
6	<b>Тепловой баланс парового котла</b> На практическом занятии студенты получают навыки составления теплового баланс парового котла, учитывающего основные виды потерь при работе котла на разных видах топлива. А также навыки разработки мероприятий по снижению основных потерь и повышению таким образом КПД котельного агрегата
7	<b>Комбинированный котёл (пароводогрейный). Способы перевода паровых котлов в водогрейный режим</b> На практическом занятии студенты изучают способы перевода паровых котлов в водогрейный режим. Приобретают навыки оценки эффективности перевода парового котла в водогрейный режим
8	<b>Тепловой баланс водогрейного котла</b> На практическом занятии студенты получают навыки составления тепловой баланса водогрейного котла, учитывающего основные виды потерь при работе котла на разных видах топлива. А также навыки разработки мероприятий по снижению основных потерь и повышению таким образом КПД котельного агрегата

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к промежуточному тестированию по тематическим блокам курса
2	Подготовка к практическим занятиям
3	Работа с лекционным материалом.
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Тепловая станция с водогрейными котлами. Расчёт тепловой схемы. Тепловой расчёт котельного агрегата. Аэродинамический расчёт котла.

Выполнить расчет тепловой схемы котельной для режимов: максимально зимнего ( $-26^{\circ}\text{C}$ ); наиболее холодного месяца ( $-10.2^{\circ}\text{C}$ ); за отопительный сезон ( $-3.6^{\circ}\text{C}$ ); в точке перелома температурного графика ( $2.4^{\circ}\text{C}$ ); летнего. Выполнить поверочный тепловой и аэродинамический расчет водогрейного котла при нагрузке 100% от номинальной и использовании топлива - природный газ.

Варианты:

1. Максимальный расход тепла на отопление и вентиляцию 199 МВт, на горячее водоснабжение 99 МВт, выбрать водогрейные котлы.

Вид топлива: газовое месторождение №1 по сборнику «Нормативный метод».

2. Максимальный расход тепла на отопление и вентиляцию 330 МВт, на горячее водоснабжение 133 МВт, выбрать водогрейные котлы. Вид топлива: газовое месторождение №2 по сборнику «Нормативный метод».

3. Максимальный расход тепла на отопление и вентиляцию 444 МВт, на горячее водоснабжение 44 МВт, выбрать водогрейные котлы. Вид топлива: газовое месторождение №3 по сборнику «Нормативный метод».

4. Максимальный расход тепла на отопление и вентиляцию 280 МВт, на горячее водоснабжение 88 МВт, выбрать водогрейные котлы. Вид топлива: газовое месторождение №4 по сборнику «Нормативный метод».

5. Максимальный расход тепла на отопление и вентиляцию 456 МВт, на горячее водоснабжение 123 МВт, выбрать водогрейные котлы. Вид топлива: газовое месторождение №5 по сборнику «Нормативный метод».

6. Максимальный расход тепла на отопление и вентиляцию 233,3 МВт, на горячее водоснабжение 93 МВт, выбрать водогрейные котлы. Вид топлива: газовое месторождение №6 по сборнику «Нормативный метод».

7. Максимальный расход тепла на отопление и вентиляцию 377 МВт, на горячее водоснабжение 57,7 МВт, выбрать водогрейные котлы. Вид топлива: газовое месторождение №3 по сборнику «Нормативный метод».

8. Максимальный расход тепла на отопление и вентиляцию 399 МВт, на горячее водоснабжение 99 МВт, выбрать водогрейные котлы. Вид топлива: газовое месторождение №4 по сборнику «Нормативный метод».

9. Максимальный расход тепла на отопление и вентиляцию 440 МВт, на горячее водоснабжение 120 МВт, выбрать водогрейные котлы. Вид топлива: газовое месторождение №5 по сборнику «Нормативный метод».

10. Максимальный расход тепла на отопление и вентиляцию 380 МВт, на горячее водоснабжение 110 МВт, выбрать водогрейные котлы. Вид топлива: газовое месторождение №6 по сборнику «Нормативный метод».

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Гаряев А. Б., Яковлев И. В., Клименко А. В., Данилов О. Л., Очков В. Ф., Вакулко А. Г. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник. М.: Национальный исследовательский университет "МЭИ", 2021. – с. 504. ISBN 978-5-7046-2590-2	<a href="https://e.lanbook.com/book/362507">https://e.lanbook.com/book/362507</a> электронный ресурс (дата обращения 16.01.2025). - Текст: электронный.
2	Картавская В. М. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учеб. Пособие. Издательство: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2021. 8– с. 144	<a href="https://e.lanbook.com/book/325247">https://e.lanbook.com/book/325247</a> электронный ресурс (дата обращения 16.01.2025). - Текст: электронный.
3	Кудинов А.А., Зиганшина С. К. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения. Издательство: НИЦ ИНФРА-М, 2024. – с. 320. ISBN: 978-5-16-011155-1	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=438677">https://znanium.ru/catalog/document?id=438677</a> электронный ресурс (дата обращения 09.07.2025). – Текст: электронный
4	Комков В. А., Тимахова Н.С. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве. Издательство: НИЦ ИНФРА-М, 2025. – с. 204. ISBN: 978-5-16-006849-7	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=467209">https://znanium.ru/catalog/document?id=467209</a> электронный ресурс (дата обращения 09.07.2025). – Текст: электронный
5	Теплогенерирующие установки: технический альбом. Составитель Д. Галдин. Издательство: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2023. – с. 97	<a href="https://e.lanbook.com/book/353735">https://e.lanbook.com/book/353735</a> электронный ресурс (дата обращения 16.01.2025). – Текст: электронный.



6	Алехнович А.Н. Реконструкция и новые котлы отечественных ТЭС: монография. Издательство "Инфра-Инженерия", 2022. – с. 320. ISBN 978-5-9729-1082-3	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=417180">https://znanium.ru/catalog/document?id=417180</a> (дата обращения 09.07.2025). – Текст: электронный
7	Володин Г. И. Оператор котельной: Учебное пособие для СПО. Издательство "Лань", 2025. – с. 252. ISBN 978-5-507-52323-8	<a href="https://e.lanbook.com/book/448556">https://e.lanbook.com/book/448556</a> электронный ресурс (дата обращения 16.01.2025). – Текст: электронный.
8	Бойко Е.А. Котельные установки. Издательство: Инфра-Инженерия, 2021. – с. 668. ISBN: 978-5-9729-0744-1	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=385201">https://znanium.ru/catalog/document?id=385201</a>
9	Барочкин Е. В., Виноградов В. Н., Барочкин А. Котельные установки. Издательство "Инфра-Инженерия", 2021. – с. 440. ISBN 978-5-9729-0691-8	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=385203">https://znanium.ru/catalog/document?id=385203</a> электронный ресурс (дата обращения 09.07.2025). – Текст: электронный
10	Основы проектирования котельных установок предприятий ЛПК: методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Основы проектирования котельных установок предприятий» Издательство: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2016. - 44	<a href="https://e.lanbook.com/book/76962">https://e.lanbook.com/book/76962</a> электронный ресурс (дата обращения 16.01.2025). – Текст: электронный.

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

<http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

Поисковые системы: Yandex, Mail.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Компьютеры должны быть обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

Для проведения практических занятий необходимы компьютеры с рабочими местами в компьютерном классе.

В составе учебных лабораторий кафедры «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта» имеются стенды для проведения лабораторных работ по основным разделам дисциплины.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект во 2 семестре.

Экзамен во 2 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Теплоэнергетика транспорта»  
Института транспортной техники и  
систем управления

И.В. Агафонова

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.В. Дмитренко

С.В. Володин