



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

Направление подготовки (специальность)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем

06.02.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой

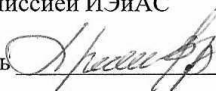


Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель



В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ТиЭС,

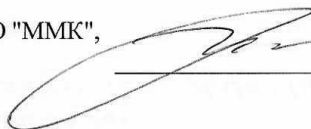


М.С. Соколова

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ПАО "ММК",

канд. техн. наук



В.Н. Михайловский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Теплоэнергетические системы промышленных предприятий» является развитие у обучающихся личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций, необходимых при решении комплексных задач, связанных с различными теплоэнергетическими системами промышленных предприятий.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теплоэнергетические системы промышленных предприятий входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Химия

Физика

Учебная - ознакомительная практика

Математика

Введение в направление

Техническая термодинамика

Гидрогазодинамика

Энергобалансы предприятий

Тепломассообмен

Котельные установки и парогенераторы

Нагнетатели в теплоэнергетике

Теория горения и технологии сжигания

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Высокотемпературные процессы и установки

Газотурбинные и парогазовые установки

Цифровые технологии в теплоэнергетике

Энергетика теплотехнологий

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Тепловые электрические станции

Энергосбережение и вторичные энергоресурсы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теплоэнергетические системы промышленных предприятий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 89,85 акад. часов;
- аудиторная – 85 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,85 акад. часов;
- самостоятельная работа – 18,45 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Теплоэнергетические системы								
1.1 Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных	6	16	6	6	6	Проработка лекционного материала. Приложение 1	Наличие конспектов лекций	ПК-3.1, ПК-3.2
1.2 Системы газоснабжения, воздухооборудования и технического водоснабжения		18	6	6	6	Проработка лекционного материала. Приложение 1	Наличие конспектов лекций	ПК-3.1, ПК-3.2
1.3 Системы производства и распределения искусственных горючих газов, продуктов разделения воздуха,		17	5	5	6,45	Проработка лекционного материала. Приложение 1	Наличие конспектов лекций	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		51	17	17	18,45			
Итого за семестр		51	17	17	18,45		экзамен	
Итого по дисциплине		51	17	17	18,45		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Теплоэнергетические системы промышленных предприятий» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии.

Целями образовательных и информационных технологий являются активизирование мышления обучающихся; формирование интереса к изучаемому материалу; развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся.

В процессе изучения курса «Теплоэнергетические системы промышленных предприятий» применяются следующие образовательные технологии:

1. Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, для чего при проведении отдельных занятий и организации самостоятельной работы студентов используются электронные версии расчетной работы.

2. Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе при расчетах на практических и лабораторных занятиях, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы.

3. Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей и их группировка в контексте решаемой задачи.

Формы, методы и средства организации и проведения образовательного процесса:

а) формы, направленные на теоретическую подготовку:

Лекция. Используются типы лекций: вводная, мотивационная (возбуждающая интерес к осваиваемой дисциплине), подготовительная (готовящая студентов к более сложному материалу), интегрирующая (дающая общий теоретический анализ предшествующего материала), установочная (направляющая студентов к источникам информации для дальнейшей самостоятельной работы). На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование электронных изданий (видео материалов (через Интернет.)).

Самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа. Самостоятельная работа выполняется студентом в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах и лабораториях, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Организация самостоятельной работы студента предусматривает контролируемый доступ к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсу Интернет.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки к контрольным работам, защите лабораторных работ, курсовой работы, тестированию и экзамену. Самостоятельная работа студентов подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное программное обеспечение.

Консультация. Предусматривается получение студентами профессиональных консультаций и помощи со стороны преподавателя.

б) формы, направленные на практическую подготовку:

Практическое занятие. Эта форма обучения направлена на практическое освоение и закрепление теоретического материала, изложенного на лекциях. Практические занятия предназначены для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов и организуются в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 199 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01850-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537511>

2. Ларкин, Д. К. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие для вузов / Д. К. Ларкин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12032-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542101>

3. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебник / А. Б. Гаряев, 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>

б) Дополнительная литература:

1. Клименко, А. В. Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 3. Тепловые и атомные электростанции / Клименко А. В. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. (Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника") - ISBN 978-5-383-01170-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011706.html>

2. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика. Основное оборудование : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 416 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08545-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451998>

3. Кудинов, В. А. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 424 с.: ил.; - (Высшее образование). - ISBN 978-5-905554-80-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/977184>

4. Кудинов, А. А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование : учебное пособие / А. А. Кудинов. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 325 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004731-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1080999>

в) Методические указания:

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : методические указания / составители В. И. Кашин. — Ижевск : УдГАУ, 2019. — 39 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/257891>

2. Иванова, И. В. Теплотехнические измерения в теплоэнергетике : учебное пособие / И. В. Иванова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-9239-1240-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179178>

3. Мостовенко, Л. В. Основы промышленной теплоэнергетики : учебное пособие / Л. В. Мостовенко, В. П. Белоглазов. — Нижневартовск : НВГУ, 2021. — 124 с. —

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

- учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для выполнения лабораторных работ, помещения для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа стимулирует студентов к проработке тем в процессе подготовки лабораторным и практическим занятиям и при выполнении курсовой работы и осуществляется во время аудиторных практических и лабораторных занятий, а также под контролем преподавателя в форме плановых консультаций.

Перечень вопросов для текущего контроля

Тема 1.1

1. Что такое теплоэнергетическое хозяйство предприятия?
2. Каковы основные компоненты теплоэнергетической системы?
3. Каково функциональное назначение основных составляющих теплоэнергетических систем?
4. Что такое надежность системы и что она в себя включает?
5. Что такое безотказность системы?
6. Что такое долговечность и ее основные показатели?
7. Что такое ремонтпригодность системы?
8. Что такое безопасность системы?
9. Чем определяется потенциальная опасность теплоэнергетических систем?
10. Чем определяется неравномерность рабочих графиков энергоустановок?
11. Каков суточный график энергосистемы и его особенности?
12. Что такое коэффициент неравномерности и коэффициент заполнения графика нагрузок?
13. В чем состоит основная задача управления энергосистемой?

Тема 1.2

1. Назначение, схема, классификация потребителей сжатого воздуха.
2. Как определить расчетную нагрузку для проектирования компрессорной станции.
3. Как рассчитать технологическую схему КС.
4. Назначение, классификация, схемы систем водоснабжения.
5. Виды и состав оборудования систем водоснабжения.
6. Определение потребности в воде на технологические и противопожарные нужды.
7. Каковы требования к качеству и параметрам технической воды.
8. Какие преимущества имеют прямоточные, обратные и бессточные системы технического водоснабжения.
9. Назначение, схемы, классификация систем газоснабжения.
10. Состав оборудования систем газоснабжения.
11. Устройство ГРС.
12. Устройство ГРП.
13. Регуляторы давления прямого и непрямого действия.
14. Как составляется газовый баланс предприятия.
15. Система распределения природного газа. Транспорт газа на дальние расстояния.
16. Газокомпрессорные станции. Их энергообеспечение.
17. Промышленные системы газоснабжения.
18. Основы гидравлического расчета тупиковых разветвленных и кольцевых сетей.
19. Устройство наружных газопроводов.
20. Режимы потребления газа.

21. Регулирование неравномерности потребления газа.
22. Газорегуляторные станции.
23. Трубы, арматура, и оборудование газопроводов.
24. Надежность распределительных систем газоснабжения.
25. Критерии надежности.
26. Поток отказов.
27. Эксплуатация систем газоснабжения, вопросы безопасности эксплуатации.
28. Прием и ввод в эксплуатацию газопроводов и газового оборудования.
29. Прием и ввод в эксплуатацию подземных и надземных газопроводов.
30. Эксплуатация подземных и надземных газопроводов.
31. Эксплуатация газопроводов из полиэтиленовых труб.
32. Прием и ввод в эксплуатацию газорегуляторных пунктов, газораспределительных установок и вспомогательного оборудования.
33. Эксплуатация внутридомового газового оборудования.
34. Эксплуатация и ремонт систем газоснабжения жилых и общественных зданий.
35. Эксплуатация установок сжиженного углеводородного газа.
36. Эксплуатация расходомерных установок.

Тема 1.3

1. Как осуществляется очистка коксового газа?
2. Как осуществляется очистка доменного газа?
3. Как осуществляется аккумулирование газа?
4. Производство и распределение конверторного газа.
5. Как используется избыточное давление газа?
6. Производство и распределение генераторного газа
7. Схемы, классификация систем холодоснабжения.
8. Методика определения потребности в холоде.
9. Технологические схемы холодильных станций.
10. Назначение систем холодоснабжения.
11. Схемы, классификация систем холодоснабжения.
12. Схемы, классификация; характеристика потребителей технического и технологического кислорода.
13. Схемы, характеристика потребителей технического и технологического азота,аргона.
14. Графики и режимы потребления кислорода и аргона.
15. Методы расчета технологических схем станций разделения воздуха.
16. Методы расчета оборудования станций разделения воздуха.

7 Оценочные средства проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-3 – Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов исследований в соответствующей области знаний		
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований	<i>Перечень теоретических вопросов</i> 1. Основные блоки технологической схемы ТЭС и их взаимосвязь. 2. Принципиальные схемы ПТУ. Начальные и конечные параметры пара ПТУ и их влияние на тепловую экономичность. 3. Технологическая и тепловая схема ГТУ. Регенерация теплоты, промежуточное охлаждение и промежуточный подогрев рабочего тела. Режимные характеристики ГТУ. ГТУ с авиационными газотурбинными двигателями. 4. Общая характеристика парогазовых установок (ПГУ). Теплофикационные ПГУ. Газовые утилизационные бескомпрессорные турбины (ГУБТ). 5. Регенеративный подогрев питательной воды (РППВ) на паротурбинных ТЭС. 6. Режимы работы и графики нагрузок промышленных ТЭС, их влияние на надежность и экономичность. Расход электроэнергии на собственные нужды ТЭС. 7. Анализ тепловых схем паротурбинных установок методом коэффициента ценности теплоты и коэффициента изменения мощности. 8. Потребление теплоты на собственные нужды. Расчет показателей ТЭЦ с учетом собственных нужд. 9. Основные пути снижения расходов на собственные нужды.
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок,	<i>Перечень практических заданий</i> 1. Определить теплоту сгорания и плотность газообразного топлива, имеющего следующий состав (% по объёму): $\text{CH}_4 = 96,6$; $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,3$; $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,8$; $\text{CO}_2 = 0,5$; $\text{N}_2 = 1$. 2. Определить годовое потребление газа городом исходя из следующих данных. Площадь жилой застройки – 250 га, средняя плотность населения – 380 чел./га. Газоснабжение осуществляется природным газом с теплотой сгорания $Q = 35840 \text{ кДж/м}^3$ и относительной плотностью по воздуху $s = 0,562$. Степень охвата газоснабжением потребителей: 100% населения расходует газ на приготовление

	практических рекомендаций по исполнению их результатов	пищи; 20% квартир имеют централизованное горячее водоснабжение; 30% квартир оборудовано ГВС от газовых нагревателей; газифицированы мелкие отопительные установки в объёме 20% общей отопительно-вентиляционной нагрузки; газифицировано 60% предприятий бытового обслуживания, питания, здравоохранения. Средняя норма жилой площади на 1 чел. – 9 кв. м. расчётная наружная температура для проектирования отопления $t_{p.o.} = - 25^{\circ}\text{C}$.
--	--	--

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теплоэнергетические системы промышленных предприятий» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.