



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. Храмыш  
26.01.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ И СИСТЕМЫ ЧЕРНОЙ  
МЕТАЛЛУРГИИ**

Направление подготовки (специальность)  
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Цифровой инжиниринг объектов промышленной теплоэнергетики и энергетики  
теплотехнологий

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

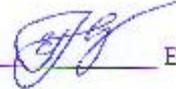
Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146)

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

18.01.2022, протокол № 4

Зав. кафедрой  Е.Г. Пешноренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Хрушин

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ТиЭС, д-р техн. наук  С.В. Карганец

Рецензент:

зам. начальника ЦЭС ПАО "ММК",

канд. техн. наук

 В.И. Михайловский

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 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 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Г. Нешпоренко

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний в области теории и практики организации источников энергии на промышленном предприятии, способных производить тепловую энергию, пригодную для использования в технологических целях и задачах отопления, способных трансформироваться в другие виды энергии – механическую и электрическую, поиску новых источников, в том числе низкопотенциальных, позволяющих снизить потребление первичных энергоресурсов, усвоение студентами: современного мировоззрения по комплексному подходу к источникам энергии; методов разработки научно обоснованных схем, способов и методов повышения эффективности использования всех поступающих и образующихся энергоресурсов на металлургических предприятиях; основных задач транспортирования и распределения потоков энергии.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Энергетические объекты и системы черной металлургии входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Методология и методы научного исследования

Методология интенсивного энергосбережения

Перспективы развития теплоэнергетики и теплотехнологий

Физические основы генерации электроэнергии и теплоты

Энергообеспечение промышленных теплотехнологических комплексов

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

Высокоэффективные энергетические установки

Математическое моделирование объектов и систем теплоэнергетики

Методы экспериментальных исследований в теплоэнергетике

Низкотемпературные энергетические установки

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Энергетические объекты и системы черной металлургии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен к разработке мероприятий по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов
ПК-2.1	Анализирует данные по использованию газа и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 55 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 89 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

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.								
1.1 1.1 Введение. Промышленные системы энергообеспечения	2	2		4/2И	10	Самостоятельное изучение литературы	Практические занятия	ПК-2.1
1.2 1.2 Классификация источников энергии. Теплофизические характеристики энергоносителей		2		4/2И	10	Самостоятельное изучение литературы	Практические занятия	ПК-2.1
1.3 1.3 Системы снабжения природным газом на промышленном предприятии. Анализ особенностей работы элементов системы газоснабжения.		2		4/2И	10	Самостоятельное изучение литературы	Практические занятия	ПК-2.1
1.4 1.4 Искусственные и отходящие горючие газы в металлургии.		2		4/2И	10	Самостоятельное изучение литературы	Практические занятия	ПК-2.1
1.5 1.5 Трансформация тепла . Парожидкостные циклы теплотрансформаторов - идеальные и реальные		2		4/2И	10	Самостоятельное изучение литературы	Практические занятия	ПК-2.1
1.6 1.6 Тепловое аккумулирование энергии.		2		4/2И	10	Самостоятельное изучение литературы	Практические занятия	ПК-2.1
1.7 1.7 Анализ эффективности в системах утилизации энергии низкопотенциальных энергоносителей.		2		4/2И	10	Самостоятельное изучение литературы	Практические занятия	ПК-2.1
1.8 1.8 Анализ эффективности промышленных систем воздухообеспечения		2		4/2И	10	Самостоятельное изучение литературы	Практические занятия	ПК-2.1

1.9	1.9	Анализ систем		2		4/2И	9	Самостоятельное изучение литературы	Практические занятия	ПК-2.1
Итого по разделу				18		36/18И	89			
Итого за семестр				18		36/18И	89		зачёт	
Итого по дисциплине				18		36/18И	89		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путём сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, и тестированию.

### **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. Шкаровский, А. Л. Теплоснабжение : учебник / А. Л. Шкаровский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-5222-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136185> (дата обращения: 18.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Шкаровский, А. Л. Газоснабжение. Использование газового топлива : учебное пособие / А. Л. Шкаровский, Г. П. Комина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-4055-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130164> (дата обращения: 18.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Гордеев, А. С. Энергетический менеджмент в сельском хозяйстве : учебное пособие / А. С. Гордеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-2941-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104859> (дата обращения: 18.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ушаков, В. Я. Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК: Учебное пособие / Ушаков В.Я., Чубик П.С. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 388 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/701880> (дата обращения: 18.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Еремкин, А. И. Тепловой режим зданий : учебное пособие для вузов / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-5369-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149299> (дата обращения: 14.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **в) Методические указания:**

1. Осколков, С. В. Расчет системы теплоснабжения промышленно-жилого региона : учебное пособие / С. В. Осколков, Е. Б. Агапитов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1264.pdf&show=dcatalogues/1/1123442/1264.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Гидравлический расчет систем газоснабжения : учебное пособие [для вузов] / Е. Б. Агапитов [и др.] ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1509-1. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3942.pdf&show=dcatalogues/1/1530517/3942.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
MathCAD v.15 Education University	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?local e=ru</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа 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 курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступов в электронную информационно-образовательную среду университета.

**Перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации**

1. Связь теплоэнергетического и электроэнергетического комплексов. Теплоэнергетический комплекс промышленного предприятия. Состав и структура теплоэнергетического комплекса промышленного предприятия. Энергетические станции промышленных предприятий. Воздуходувные и компрессорные станции. Водные станции. Газовые станции. Станции разделения воздуха.
2. Системы производства и распределения энергоносителей. Основная научная проблематика теплоэнергетического комплекса промышленного предприятия.
3. Теплотехнологический комплекс предприятия черной металлургии. Научные задачи и проблемы развития теплотехнологического комплекса промышленного предприятия.
4. Структура топливно-энергетического баланса промышленного предприятия. Совершенствование топливного баланса предприятия, повышение эффективности и надежности энергетического базирования. Совершенствование способов и методов подготовки и сжигания топлива, использования вторичных энергоресурсов и отходов производств в качестве энергетического топлива.
5. Системы и средства распределения природного газа. Природный газ как ресурс и энергоноситель. Транспортные и энергетические свойства природного газа. Состав природных газов и особенности его применения. Газовые потребители на промышленном предприятии. Возможные заменители природного газа. Вторичные топливные газы, их свойства и возможности замены природного газа.
6. Системы и средства распределения углей. Основные проблемы и научные задачи применения углей в промышленности.
7. Системы производства и распределения теплоты. Структура систем промышленного и коммунального теплоснабжения. Тепловые станции производства теплоты. Типы источников тепловой энергии в промышленности. Тепловые сети и транспорт теплоты в промышленности и коммунальном хозяйстве. Потребители тепловой энергии в промышленности и коммунальном хозяйстве. Проблемы эффективности производства и потребления тепловой энергии. Централизованное теплоснабжение. Основные проблемы и научные задачи теплоснабжения в промышленности и коммунальном хозяйстве.
8. Системы производства и распределения сжатого воздуха и продуктов его разделения. Сжатый воздух как промышленный энергоноситель, его основные характеристики. Масштабы производства сжатого воздуха в промышленности. Системы производства сжатого воздуха. Компрессорные и воздуходувные станции. Основное оборудование производства сжатого воздуха и продуктов его разделения. Оценки эффективности производства сжатого воздуха. Резервы энергосбережения в производстве сжатого воздуха. Основные проблемы и научные задачи производства сжатого воздуха.
9. Системы промышленного водоснабжения. Вода как промышленный энергоноситель и ее свойства. Применение воды в промышленности, виды и качество воды. Основные потребители технической воды. Системы производства и распределения технической воды. Тепловая работа технической воды в системах охлаждения энергетического и теплотехнологического оборудования. Основные проблемы и научные задачи промышленного водоснабжения.
10. Системы и средства распределения вторичных энергетических ресурсов. Общая характеристика вторичных энергетических ресурсов на промышленном предприятии. Источники и потенциалы вторичных энергетических ресурсов. Разработка эффективных направлений использования вторичных энергетических ресурсов.

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

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
<b>ПК-2 Способен к разработке мероприятий по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов</b>		
ПК-2.1	Анализирует данные по использованию газа и разрабатывает мероприятия по рациональному использованию газа потребителями, снижению потерь газа и экономии топливно-энергетических ресурсов	<p>Примерное практическое задание к аттестации:</p> <p>Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.</p> <p>а. Домашние задания:</p> <p>Домашнее задание №1 Расчет энергетического баланса промышленного предприятия.</p> <p>Домашнее задание №2 Расчет горения коксодоменной смеси.</p> <p>Домашнее задание №3 Расчет теплового насоса для системы утилизации тепла.</p> <p>Домашнее задание №4, 5 Расчет абсорбционной установки.</p> <p>Домашнее задание №6 Расчет схемы аккумулирования энергии сжатого воздуха.</p> <p>б. Аудиторные контрольные работы:</p> <p>Аудиторная контрольная работа №1 – Промышленные энергоносители и их свойства. Аудиторная контрольная работа №2 – Промышленные системы сжатого воздуха.</p> <p>Пример задачи для аттестации.</p> <p>1. Провести расчет системы воздухообеспечения промышленного объекта и спроектировать компрессорную станцию для снабжения силовых и технологических потребителей сжатого воздуха. Обосновать схему прокладки воздухопроводов: кольцевую или тупиковую, оценить технико-экономические показатели процесса выработки сжатого воздуха. Для этого: составить схему системы воздухообеспечения с указанием местных сопротивлений. Принять расстояния: от КС до цеха №1 – 1800 м; от цеха №1 до цеха №2 – 1100 м; от цеха №2 до цеха №3 – 1500 м; отводы от магистрали к цехам – 150 м. Определить расчетные нагрузки на КС: максимальный и максимально длительный расходы, расчетное давление. Подобрать компрессоры по типу, расчетному давлению и производительности. Произвести гидравлический расчет системы.</p>

## **б) 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.