



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

10.02.2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И  
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ***

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	1

Магнитогорск  
2023 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

17.01.2023г. протокол № 5


Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

10.02.2023г. протокол № 7

Председатель  В.Р. Храмшин

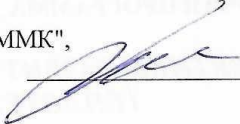
Рабочая программа составлена:

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

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 2024 - 2025 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 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

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

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

Целью преподавания данной дисциплины является изучение основных разделов современной теплоэнергетики, знакомство с актуальными проблемами, определяющими дальнейший прогресс теплоэнергетики в различных областях, получение навыков решения актуальных задач теплоэнергетики в сложных системах, разработки и решения математических моделей и задачи анализа и синтеза сложных систем теплоэнергетики с использованием современных информационных технологий, иметь представление о перспективах развития и формировании общей теории теплоэнергетики.

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

Дисциплина Перспективы развития теплоэнергетики и теплотехнологий входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

История науки

Энергосбережение при транспорте и распределении теплоты

Использование источников энергии в металлургии

Основы методологии интенсивного энергосбережения

Физические основы генерации электроэнергии и теплоты

Энергообеспечение промышленных теплотехнологических комплексов

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

Математическое моделирование объектов и систем теплоэнергетики

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - научно-исследовательская работа

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Перспективы развития теплоэнергетики и теплотехнологий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки
ОПК-1.1	Использует методы научного исследования для решения проблем современной энергетики
ОПК-1.2	Способен формулировать критерии оценки эффективности путей решения поставленных задач

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

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

- контактная работа – 19 акад. часов;
- аудиторная – 18 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 125 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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 Состав и структура современной теплоэнергетики. Проблемы состояния и развития «большой» энергетики	1	3			16	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Проработка соответствующих вопросов из прил. 1.	Конспект лекций.	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.2 Теплотехнологический комплекс промышленного предприятия. Проблемы энергетического базирования промышленных предприятий. Энергоэффективность использования природного газа.		3			16	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Проработка соответствующих вопросов из прил. 1.	Конспект лекций.	ОПК-1.1
1.3 Энергоэффективность использования углей. Тепловые электрические станции в промышленности.		3			16	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Проработка соответствующих вопросов из прил. 1.	Конспект лекций.	ОПК-1.1
1.4 Системы производства и распределения теплоты. Системы производства и распределения сжатого воздуха.		3			16	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Проработка соответствующих вопросов из прил. 1.	Конспект лекций.	ОПК-1.1

1.5 Системы промышленного водоснабжения. Основные проблемы и научные задачи промышленного водо-снабжения. Теплоэнергетические системы и окружающая среда. Влияние потенциалов окружающей среды на работу теплоэнергетических систем промышленного предприятия.	3			16	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Проработка соответствующих вопросов из прил. 1.	Конспект лекций.	ОПК-1.1
1.6 Системы вторичных энергетических ресурсов. Основные проблемы и научные задачи использования вторичных энергетических ресурсов в промышленности. Энергоснабжение, сбережение и эффективность промышленного комплекса. Основные проблемы и научные задачи энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности в промышленности.	3			9,3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Проработка соответствующих вопросов из прил. 1.	Конспект лекций.	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу	18			125			
Итого за семестр	18			89,3			
Итого по дисциплине	18			125		зачет с оценкой	

## **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 путем 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. 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: 17.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Региональные проблемы теплоэнергетики : учебное пособие / В. М. Лебедев, С. В. Приходько, В. К. Гаак [и др.] ; под общей редакцией В. М. Лебедева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-3694-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122149> (дата обращения: 17.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

1. Артюшкин, В. Н. Энергосбережение при эксплуатации магистральных насосных агрегатов : монография / В. Н. Артюшкин, В. К. Тяг. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 112 с. - ISBN 978-5-9729-0375-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168660> (дата обращения: 17.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Гордеев, А. С. Энергосбережение в сельском хозяйстве : учебное пособие / А. С. Гордеев, Д. Д. Огородников, И. В. Юдаев. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1507-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/42193> (дата обращения: 17.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Байтасов, Р. Р. Основы энергосбережения : учебное пособие для вузов / Р. Р. Байтасов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-5215-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147311> (дата обращения: 17.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Заславец, Б. И. Энергосбережение в металлургическом производстве : учебное пособие / Б. И. Заславец, А. Н. Шеметов, О. Л. Назарова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул.

экрана. URL :  
<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4002.zip&show=dcatalogues/1/1124231/4002.zip&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

5. Чернов, В. П. Ресурсо- и энергосбережение в металлургии : учебное пособие / В. П. Чернов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 175 с. : ил., табл., схемы, диагр., граф. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3130.pdf&show=dcatalogues/1/1136129/3130.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

#### в) Методические указания:

1. Картавцев С.В. История и современное состояние промышленной теплоэнергетики: методические указания. – Магнитогорск, МГТУ, 2005. – 28 с.

2. Картавцев, С. В. Современные проблемы теплоэнергетики : учебное пособие / С. В. Картавцев ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 59 с. : ил., граф., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=591.pdf&show=dcatalogues/1/1102540/591.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

#### 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	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
MathCAD v.15 Education University	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Linux Calculate	свободно	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Учебные аудитории для проведения практических, лабораторных 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 доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

1. Состав и структура современной теплоэнергетики. Определение научно-технической области теплоэнергетики. Состав и структура современной теплоэнергетики. Теплоэнергетика в составе большой энергетики. Промышленная теплоэнергетика. Структурная схема современной теплоэнергетики. Современное состояние и перспективные методы и способы получения и преобразования, тепловой и электрической энергии. Обеспечение надежности работы энергетического оборудования. проблемы реконструкции и модернизации электроэнергетического оборудования объектов и сооружений теплоэнергетики.
2. Проблемы состояния и развития большой энергетики. Электроэнергетическая система и структура производства электроэнергии. Тепловые и атомные электрические станции и их основное оборудование. Размещение генерирующих мощностей. Проблемы и противоречия в развитии большой энергетики. Ресурсная база теплоэнергетики в составе общенациональной электроэнергетической системы. оптимизации развития энергосистем и электростанций.
3. Состав и структура промышленной энергетики. Определение научно-технической области промышленной теплоэнергетики. Структурная схема промышленной теплоэнергетики, совокупность промышленных теплоэнергетических комплексов. Три составные части промышленной энергетики. Структурная схема и взаимосвязь теплоэнергетического, электроэнергетического и теплотехнологического комплексов промышленного предприятия. Связь теплоэнергетического и электроэнергетического комплексов. Основная проблематика промышленной теплоэнергетики.
4. Теплоэнергетический комплекс промышленного предприятия. Состав и структура теплоэнергетического комплекса промышленного предприятия. Энергетические станции промышленных предприятий. Тепловые электрические станции в промышленности. Воздуходувные и компрессорные станции. Водные станции. Газовые станции. Станции разделения воздуха. Системы производства и распределения энергоносителей. Основная научная проблематика теплоэнергетического комплекса промышленного предприятия.
5. Теплотехнологический комплекс промышленного предприятия. Определение теплотехнологического комплекса промышленного предприятия. Структурные схемы многооперационного теплотехнологического комплекса. Основные характеристики установок, систем и в целом теплотехнологического комплекса, как конечного потребителя энергоресурсов всех видов. Теплотехнологический комплекс предприятия черной металлургии. Научные задачи и проблемы развития теплотехнологического комплекса промышленного предприятия.
6. Проблемы энергетического базирования промышленных предприятий. Состав и структура энергетической базы промышленного предприятия. Экономичность и надежность энергетического базирования промышленного предприятия. 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.
7. Энергоэффективность использования 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. Теплотехнологические потребители природного газа и их характеристики.

Обоснованность норм потребления природного газа. Обоснованность применения природного газа в технологических и энергетических процессах. Оценки эффективности применения природного газа. Основные научные проблемы и задачи в использовании природного газа.

8. Энергоэффективность использования углей. Энергетические угли и их применение в теплоэнергетике. Ресурсы и составы энергетических углей. Особенности применения углей разных составов и свойств. Способы и методы подготовки и сжигания топлива. Оценки эффективности использования углей. Коксующиеся угли и особенности их применения. Роль коксующихся углей в топливно-энергетическом балансе предприятия черной металлургии. Подготовка коксующихся углей к использованию в черной металлургии. Экологические проблемы применения углей в промышленности. Безотходные технологии сжигания углей. Основные проблемы и научные задачи применения углей в промышленности.
9. Тепловые электрические станции промышленных предприятий и проблемы когенерации электрической энергии. Место и роль промышленных ТЭС в теплоэнергетическом комплексе промышленного предприятия. Типы тепловых электрических станций. Паротурбинные станции и их структура. Основные технические системы ТЭС. Анализ эффективности циклов ТЭС. Проблемы когенерации электрической энергии в промышленности. Направления повышения эффективности ТЭС. Проблемы и перспективы развития и совершенствования основного оборудования электрических станций и технологических схем. Основные проблемы и научные задачи промышленного производства электроэнергии.
10. Системы производства и распределения теплоты. Структура систем промышленного и коммунального теплоснабжения. Тепловые станции производства теплоты. Типы источников тепловой энергии в промышленности. Эффективность производства тепловой энергии. 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.
11. 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.
12. 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. Оценки эффективности использования технической воды. Основные проблемы и научные задачи промышленного водоснабжения.
13. Влияние потенциалов окружающей среды на работу теплоэнергетических систем промышленного предприятия. Энергетика окружающей среды и ее потенциалы. Временные графики изменения температур воздуха и воды, их термодинамический анализ. Резервы энергосбережения при использовании потенциалов окружающей среды в промышленности. Влияние потенциалов окружающей среды на работу систем теплоснабжения, водоснабжения и производства сжатого воздуха и продуктов его разделения. Основные проблемы и научные задачи использования энергии

- окружающей среды в промышленности.
14. Энергосиловой привод в промышленности. Определение энергосилового привода в промышленности. Основные применения энергосилового привода. Характеристики потребителей привода. Электрический и паровой привод и их основные энергетические характеристики. Оценки эффективности электрического и парового привода в промышленности. Сравнительный анализ эффективности электрического и парового привода. Энергосиловой привод на электрических станциях. Привод на металлургических предприятиях. Основные проблемы и научные задачи совершенствования энергетической эффективности энергосилового привода.
  15. Системы вторичных энергетических ресурсов. Общая характеристики вторичных энергетических ресурсов на промышленном предприятии. Источники и потенциалы вторичных энергетических ресурсов. Роль и место вторичных энергетических ресурсов в топливно-энергетических балансах промышленных предприятий. Использование вторичных энергетических ресурсов. Разработка эффективных направлений использования вторичных энергетических ресурсов. Оценки эффективности использования. Основные проблемы и научные задачи использования вторичных энергетических ресурсов в промышленности.
  16. Перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для энергоснабжения объединенных и автономных потребителей. Определение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Основные характеристики источников энергии. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии и топливно-энергетические балансы промышленных предприятий. Оценки возможности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности. Оценки эффективности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности. Основные проблемы и научные задачи использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности.
  17. Энергоснабжение, энергосбережение и энергоэффективность промышленного комплекса. Определение энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности промышленного комплекса. Основные задачи и проблемы промышленного энергоснабжения. Анализ энергетических балансов предприятия. Основные задачи и проблемы энергосбережения в промышленности. Основные задачи и проблемы повышения энергоэффективности теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования. Взаимосвязи энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности. Основные проблемы и научные задачи энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности в промышленности.
  18. Энергетика, экология и экономика в промышленности. Промышленное производство и его энергетические, экологические и экономические аспекты. Взаимосвязь энергетических, экологических и экономических характеристик промышленного производства. Критерии эффективности энергетические, экологические и экономические и их взаимосвязь. Экологические проблемы теплоэнергетики. Задачи разработки безотходных, энергоэффективных и экологически чистых технологий. Задачи энергообеспечения безотходных технологий и критерии минимума энергопотребления. Задачи переработки накопленных отходов. Основные проблемы и научные задачи совершенствования энергетических, экологических и экономических аспектов промышленного производства.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки</b>		
ОПК-1.1	Использует методы научного исследования для решения проблем современной энергетики	<p>Примерное практическое задание к аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить количество пара, вырабатываемого котлом-утилизатором, установленным за мартеновской печью, а также рассчитать годовую экономию топлива (природного газа). Исходные данные: начальная температура газов <math>t_{г1} = 700 \text{ }^\circ\text{C}</math>; конечная температура газов <math>t_{г2} = 160 \text{ }^\circ\text{C}</math>; объемный расход газов <math>V_{г} = 12000 \text{ м}^3/\text{ч}</math>; давление пара, вырабатываемого котлом-утилизатором <math>P_{п} = 40 \cdot 10^5 \text{ Па}</math> (40 ата).</li> <li>2. Определить экономическую эффективность применения тепловой изоляции паропровода. Исходные данные: внутренний диаметр паропровода <math>d_1 = 200 \text{ мм}</math>; наружный диаметр паропровода <math>d_2 = 210 \text{ мм}</math>; толщина изоляции (шлаковаты) <math>\delta_{из} = 50 \text{ мм}</math>; диаметр трубопровода в изоляции <math>d_3 = 310 \text{ мм}</math>; длина паропровода <math>l = 100 \text{ м}</math>; коэффициент теплоотдачи от пара к стенке <math>\alpha_1 = 80 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})</math>; коэффициент теплоотдачи от поверхности паропровода к окружающему воздуху <math>\alpha_2 = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})</math>; давление пара в паропроводе <math>P_{п} = 10 \cdot 10^5 \text{ Па}</math> (10 ата); температура перегретого пара <math>t_{пе} = 400 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</li> <li>3. Составить тепловой баланс и рассчитать КПД печной установки б тилизации теплоты уходящих газов и с утилизацией теплоты уходящих газов за счет применения теплофикационного экономайзера. Исходные данные: производительность коэффициент избытка воздуха в рабочей камере <math>\alpha = 1,1</math>; температура дутьевого воздуха <math>t_{в} = 30 \text{ }^\circ\text{C}</math> теоретический расход воздуха для горения <math>V_{в} = 8,5 \text{ м}^3/\text{м}^3</math> начальная температура заготовок <math>t_{м} = 20 \text{ }^\circ\text{C}</math>; конечная температура нагретых заготовок <math>t_{м} = 700 \text{ }^\circ\text{C}</math>; объем продуктов сгорания (уходящих газов) <math>V_{г} = 10 \text{ м}^3/\text{м}^3</math>; температура топлива <math>t_{г} = 20 \text{ }^\circ\text{C}</math>; теплоемкость топлива <math>C_{т} = 1,26 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C})</math> температура уходящих газов: без утилизации теплоты</li> </ol>

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		<p>с утилизацией теплоты <math>t''_{ух} = 150 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p> <p>4. Определить количество образующихся водяных паров вскипания в сепараторе. Исходные данные: давление конденсата, поступающего в сепаратор <math>P1 = 0,6 \text{ МПа}</math> (6 ата) при <math>t_{нп1} = 158,1 \text{ }^\circ\text{C}</math>; давление в сепараторе <math>P2 = 0,2 \text{ МПа}</math> (2 ата) при <math>t_{нп2} = 120 \text{ }^\circ\text{C}</math>; энтальпия пара <math>i'' = 2706,9 \text{ кДж/кг}</math>; расход конденсата <math>G_k = 10000 \text{ кг/ч}</math> (2,8 кг/с).</p> <p>5. Теплотехнологическая установка снабжается паром из паропровода, имеющего давление <math>P1</math>. С помощью редукционного 34 клапана давление снижается до <math>P2</math>. Расход пара <math>D_{п} = 10 \text{ т/ч}</math>. Определить потерю энергии и топлива в результате дросселирования пара. Исходные данные: Параметры пара в паропроводе: давление <math>P1 = 1,2 \text{ МПа}</math>, температура пара <math>t_{пe} = 216 \text{ }^\circ\text{C}</math>, энтальпия пара <math>i_{пe} = 2913 \text{ кДж/кг}</math>. Параметры пара в теплотехнологической установке: давление пара <math>P2 = 0,2 \text{ МПа}</math>; энтальпия пара <math>i'' = 2708 \text{ кДж/кг}</math>.</p>
ОПК-1.2	Способен формулировать критерии оценки эффективности путей решения поставленных задач	<p>Провести анализ энергетических ресурсов и сформулировать наиболее перспективное направление научных исследований:</p> <p>1. Энергоэффективность использования 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. Теплотехнологические потребители природного газа и их характеристики. Обоснованность норм потребления природного газа. Обоснованность применения природного газа в технологических и энергетических процессах. Оценки эффективности применения природного газа. Основные научные проблемы и задачи в использовании природного газа.</p> <p>2. Энергоэффективность использования углей. Энергетические угли и их применение в теплоэнергетике. Ресурсы и составы энергетических углей. Особенности применения углей разных составов и свойств. Способы и методы подготовки и сжигания топлива. Оценки эффективности использования углей. Коксующиеся угли и особенности их применения. Роль коксующихся углей в</p>

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		<p>топливно-энергетическом балансе предприятия черной металлургии. Подготовка коксующихся углей к использованию в черной металлургии. Экологические проблемы применения углей в промышленности. Безотходные технологии сжигания углей. Основные проблемы и научные задачи применения углей в промышленности.</p> <p>3. Тепловые электрические станции промышленных предприятий и проблемы когенерации электрической энергии. Место и роль промышленных ТЭС в теплоэнергетическом комплексе промышленного предприятия. Типы тепловых электрических станций. Паротурбинные станции и их структура. Основные технические системы ТЭС. Анализ эффективности циклов ТЭС. Проблемы когенерации электрической энергии в промышленности. Направления повышения эффективности ТЭС. Проблемы и перспективы развития и совершенствования основного оборудования электрических станций и технологических схем. Основные проблемы и научные задачи промышленного производства электроэнергии.</p> <p>4. Перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для энергоснабжения объединенных и автономных потребителей. Определение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Основные характеристики источников энергии. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии и топливно-энергетические балансы промышленных предприятий. Оценки возможности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности. Оценки эффективности использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности. Основные проблемы и научные задачи использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в промышленности.</p> <p>5. Энергоснабжение, энергосбережение и энергоэффективность промышленного комплекса. Определение энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности промышленного комплекса. Основные задачи и проблемы промышленного энергоснабжения. Анализ энергетических балансов предприятия. Основные задачи и проблемы энергосбережения в промышленности. Основные задачи и проблемы повышения энергоэффективности теплоэнергетического и</p>

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		<p>теплотехнологического оборудования. Взаимосвязи энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности. Основные проблемы и научные задачи энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности в промышленности.</p> <p>6. Энергетика, экология и экономика в промышленности. Промышленное производство и его энергетические, экологические и экономические аспекты. Взаимосвязь энергетических, экологических и экономических характеристик промышленного производства. Критерии эффективности энергетические, экологические и экономические и их взаимосвязь. Экологические проблемы теплоэнергетики. Задачи разработки безотходных, энергоэффективных и экологически чистых технологий. Задачи энергообеспечения безотходных технологий и критерии минимума энергопотребления. Задачи переработки накопленных отходов. Основные проблемы и научные задачи совершенствования энергетических, экологических и экономических аспектов промышленного производства.</p> <p>7. Системы производства и распределения теплоты. Структура систем промышленного и коммунального теплоснабжения. Тепловые станции производства теплоты. Типы источников тепловой энергии в промышленности. Эффективность производства тепловой энергии. 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 теплохладоснабжение. Основные проблемы и научные задачи теплоснабжения в промышленности и коммунальном хозяйстве.</p> <p>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.</p>



<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		9. Оценки эффективности использования технической воды. Основные проблемы и научные задачи промышленного водоснабжения.

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

**Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

– 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.