



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)**  
**СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

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	5, 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)

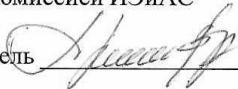
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

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, 

В. Осколков

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 Технологических 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 Технологических 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 Технологических 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 Технологических и энергетических систем

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

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

Целями освоения дисциплины (модуля) «Системы промышленного теплоснабжения» является раскрытие требований обеспечения теплоснабжения для поддержания комфортных условий труда, жизни и эффективности технологических процессов для формирования у будущих бакалавров на лекциях, в ходе выполнения лабораторных и практических работ, при выполнении курсовой работы навыков в проектировании, строительстве и эксплуатации систем теплоснабжения предприятий в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

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

Дисциплина Системы промышленного теплоснабжения входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Конструкционные материалы промышленной теплоэнергетики

Котельные установки и парогенераторы

Основы водоподготовки на промышленных предприятиях

Теория горения и технологии сжигания

Тепломассообмен

Энергобалансы предприятий

Гидрогазодинамика

Техническая термодинамика

Введение в направление

История теплоэнергетики

Физика

Математика

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

Теория надежности теплоэнергетических систем

Проектная деятельность

Производственная-технологическая практика

Теплоэнергетические системы промышленных предприятий

Газотурбинные и парогазовые установки

Курсовая научно-исследовательская работа

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Системы промышленного теплоснабжения» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен к разработке предложений и выполнению работ по модернизации и реконструкции оборудования тепловых сетей	
ПК-2.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы оборудования тепловых сетей
ПК-2.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы

оборудования тепловых сетей

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 111,2 акад. часов;
  - аудиторная – 106 акад. часов;
  - внеаудиторная – 5,2 акад. часов;
  - самостоятельная работа – 141,1 акад. часов;
  - в форме практической подготовки – 0 акад. час;
  - подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

## Форма аттестации - экзамен, курсовая работа, зачет

5	2.1 Назначение тепловых сетей, их конструкции, виды прокладок и способы присоединения потребителей к тепловой сети.	5	4	7	2	14	Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию. Поиск дополнительной информации по заданной теме. Приложение 1.	- устный опрос (собеседование); - лабораторные работы. Наличие конспектов лекций.	ПК-2.1, ПК-2.2
	2.2 Гидравлический расчет тепловых сетей.		4	4	3	7,2	Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию. Поиск дополнительной информации по заданной теме. Приложение 1.	- лабораторные работы; - устный опрос (собеседование); Наличие конспектов лекций.	ПК-2.1, ПК-2.2
	2.3 Гидравлические режимы тепловых сетей.		2			5	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций.	ПК-2.1, ПК-2.2
	2.4 Тепловой расчет теплопроводов. Прочностной расчет.		4	4	2	10	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Приложение 1.	- лабораторные работы; -устный опрос (собеседование). Наличие конспектов лекций.	ПК-2.1, ПК-2.2
	2.5 Гидравлическая устойчивость. Особенности потокораспределения в кольцевых сетях. Гидравлический удар в тепловой сети.		2			6	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций.	ПК-2.1, ПК-2.2
	2.6 Особенности эксплуатации тепловых сетей. Повышение надежности систем теплоснабжения.		2			6	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций.	ПК-2.1, ПК-2.2
Итого по разделу			18	15	7	48,2			
3. Раздел 3. Источники теплоснабжения предприятий.									
3.1 Промышленные котельные - как источники генерации тепла, используемые в системах		5	4		2	10	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Приложение 1.	- устный опрос (собеседование). Наличие конспектов лекций.	ПК-2.1, ПК-2.2

3.2 ТЭЦ промышленных предприятий - как источники генерации тепла, используемые в системах теплоснабжения.	3	10	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Приложение 1.	- устный опрос (собеседование). Наличие конспектов лекций.	ПК-2.1, ПК-2.2	
3.3 Совместная работа ТЭЦ и пиковых котельных.			Поиск дополнительной информации по заданной теме. Приложение 1.			
Итого по разделу	8	2	30			
Итого за семестр	36	18	18	104,2	экзамен	
4. Раздел 4. Гидравлический расчет. Определение оптимального диаметра труб и падения давления (напора) на соответствующих участках тепловой сети.						
4.1 Гидравлический расчет	6	8	10	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, словарями, энциклопедиями). Подготовка к семинарскому, практическому занятию. Приложение 1.	- устный опрос; - решение задач. Выполнение раздела курсовой работы.	ПК-2.1, ПК-2.2
4.2 Определение оптимального диаметра труб и падение давления (напора) на соответствующих участках тепловой сети.		4		Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, словарями, энциклопедиями). Подготовка к семинарскому, практическому занятию. Приложение 1.		ПК-2.1, ПК-2.2

4.3 Номограммный метод выполнения гидравлического расчета.			2		Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, словарями, энциклопедиями ). Подготовка к семинарскому, практическому занятию. Приложение 1.	- устный опрос (собеседование); - решение задач. Выполнение раздела курсовой работы.	ПК-2.1, ПК-2.2
Итого по разделу			14	10			
5. Раздел 5. Построение пьезометрического графика напоров закрытой двухтрубной водяной							
5.1 Построение графика напоров двухтрубной водяной сети.	6		4	10	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, словарями, энциклопедиями ). Подготовка к практическому занятию. приложение 1.	- устный опрос; - решение задач. Выполнение раздела курсовой работы.	ПК-2.1, ПК-2.2
Итого по разделу			4	10			
6. Раздел 6. Тепловой расчет теплопровода.							
6.1 Тепловой расчет теплопровода	6		12	10	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, словарями, энциклопедиями ). Подготовка к практическому занятию. Приложение 1.	-устный опрос; - решение задач. Выполнение раздела курсовой работы.	ПК-2.1, ПК-2.2
Итого по разделу			12	10			
7. Раздел 7. Построение графиков центрального регулирования отпуска тепла.							

7.1 Построение графиков центрального регулирования отпуска тепла.	6			4	6,9	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, словарями, энциклопедиями ). Подготовка к практическому занятию. Приложение 1.	- устный опрос (собеседование). Выполнение раздела курсовой работы.	ПК-2.1, ПК-2.2
Итого по разделу				4	6,9			
Итого за семестр				34	36,9		зачёт, кр	
Итого по дисциплине	36	18	52	141,1			экзамен, курсовая работа, зачет	

## **5 Образовательные технологии**

В процессе изучения курса «Системы промышленного теплоснабжения» 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 курса лекций и расчетно-графической 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. Case-study - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений.

4. 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). Часть занятий лекционного типа проводятся в виде презентации.

Содержание и структура лекционного материала должны быть направлены на формирование у студентов соответствующих компетенций и соотноситься с выбранными преподавателем методами контроля и оценкой их усвоения.

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 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.

Лабораторная работа. Лабораторная работа должна помочь практическому освоению научно - теоретических основ изучаемой дисциплины, приобретению навыков экспериментальной работы. При проведении лабораторных работ используются тесты по разделам в интерактивной форме.

## **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. Соколов Е.Я., Теплофикация и тепловые сети [Электронный ресурс]: учебник для вузов. / Соколов Е.Я. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01166-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011669.html>

2. Авдюнин, Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты : учебник / Е.Г. Авдюнин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0296-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053396> .

**б) Дополнительная литература:**

1. Пыжов, В.К. Системы кондиционирования, вентиляции и отопления : учебник / В.К. Пыжов, Н.Н. Смирнов ; ИГЭУ. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 528 с. - ISBN 978-5-9729-0345-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053294> – Режим доступа: по подписке.

2. Поливода, Ф.А. Надежность систем теплоснабжения городов и предприятий легкой промышленности : учебник / Ф. А. Поливода. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 170 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011830-7 . - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048496> – Режим доступа: по подписке.

4. Кудинов, А. А. Основы централизованного теплоснабжения / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 176 с. ISBN 978-5-16-103513-9 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/520046> – Режим доступа: по подписке.

5. Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха : учеб. пособие / А.М. Протасевич. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 286 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005515-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013521> – Режим доступа: по подписке.

6. Логунова, О. Я. Водяное отопление : учебное пособие / О. Я. Логунова, И. В. Зоря. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-5209-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136190> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Шумилов, Р. Н. Проектирование систем вентиляции и отопления : учебное пособие / Р. Н. Шумилов, Ю. И. Толстова, А. Н. Бояршикова. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1700-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52614> — 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://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/285> . - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM

2. Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу "Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий" для студентов направления (Приложение к РПД).

**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
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	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 цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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

-мультимедийное оборудование, система автоматического зашторивания с экраном, доска

Аудитория для проведения лабораторных, практических и лекционных занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- комплект лабораторных установок по источникам и системам теплоснабжения; комплект лабораторных стендов по энергосбережению, ВИЭ; стабилизатор СТ-80, вентиляторы и электропечи трансформаторы; пылесос; прибор ультразвуковой, учебный стенд «Автономная автоматизированная система отопления», электропечи, трансформатор; пирометр Testo 830-11, Roynger-89, Питон-101, ЛОП-72, Проминь.

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.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта ~~паяльного оборудования~~

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

*Перечень вопросов для самостоятельной работы обучающихся*

### Тема 1.1.

1. Назначение и структура систем теплоснабжения пром. предприятий.
2. Классификация систем теплоснабжения.
3. Теплофикация, основные принципы ее реализации. ТЭЦ – как высшая ступень развития централизованного теплоснабжения.

### Тема 1.2.

1. Тепловая нагрузка и тепловое потребление.
2. Методы определения потребности пром. потребителей в паре и горячей воде.
3. Удельные тепловые характеристики зданий. Внутренняя расчетная температура воздуха. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления и вентиляции.
7. Расчет потребности в тепловой энергии по укрупненным показателям.

### Тема 1.3.

Сезонная тепловая нагрузка. Расчет теплоты на отопление и вентиляцию.

1. График часовых расходов и график продолжительности тепловых нагрузок.
2. Круглогодичная тепловая нагрузка, ее расчет по укрупненным показателям.
13. Годовой расход тепла. Интегральный график.

### Тема 2.1.

1. Тепловые сети, их назначение.
2. Прокладка тепловых сетей. Трасса и профиль теплопровода.
3. Канальная, бесканальная, поверхностная и воздушная прокладки тепловых сетей.

Особые виды прокладок.

4. Зависимые и независимые системы присоединения потребителей.
5. Паровые системы теплоснабжения. Классификация по давлению и температуре. Расчет потребности пара на технологические нужды.
6. Методы определения расчетного расхода воды и пара.
7. Задачи и исходные данные гидравлического расчета тепловых сетей. Предварительный и окончательный расчет.
8. Водяные системы теплоснабжения, особенности их прокладок. Преимущества и недостатки воды, как теплоносителя.
9. Присоединение потребителей к паровым и водяным тепловым сетям.

### Тема 2.2.

1. Основы гидравлического расчета водяных тепловых сетей. Номограммный метод.
2. Определение и построение пьезометрического графика водяной тепловой сети.
3. Особенности гидравлического расчета паровых тепловых сетей.
4. Гидравлический расчет конденсатопроводов.
5. Падение давления теплоносителя по отдельным участкам сети. Линейные потери напора.
6. Местные гидравлические сопротивления сети. Потери давления и напора на местных сопротивлениях.

### Тема 2.3.

1. Гидравлический режим тепловых сетей.
- Способы поддержания давлений в «нейтральных» точках.
2. Гидравлическая устойчивость. Коэффициент гидравлической устойчивости.
  3. Гидравлический удар и борьба с ним. Конструктивное оформление борьбы с гидроударами.

4. Выбор сетевых, подпиточных и подкачивающих насосов.
5. Схемы и конфигурации тепловых сетей. Особенности потокораспределения в кольцевых сетях.
6. Опоры теплопроводов, их классификация. Виды опор, их назначение, конструкции, основы расчета.
7. Термическое удлинение трубопроводов. Компенсация температурных удлинений. Осевые и радиальные компенсаторы, их компенсирующая способность.
8. Методы регулирования отпуска тепла из систем централизованного теплоснабжения.
9. Центральное регулирование однородной тепловой нагрузки. Графики регулирования.
10. Изоляционная конструкция теплопроводов, ее назначение. Материалы и технология изготовления.

#### Тема 2.4.

1. Задачи теплового расчета систем теплоснабжения. Основные теплопотери.
2. Тепловой расчет надземного теплопровода.
3. Особенности теплового расчета бесканального подземного теплопровода.
4. Теплопотери и тепловой расчет канального теплопровода. Допустимые теплопотери.

Условия совместной прокладки в одном канале.

5. Толщина тепловой изоляции, ее эффективность. Температурное поле теплопровода.

#### Тема 2.5.

1. В чем смысл гидравлической устойчивости тепловой сети
2. В чем проявляется гидравлическая устойчивость
3. Понятие гидравлического удара

#### Тема 3.1.

1. Промышленные котельные – назначение, классификация, рациональные области использования.
2. Тепловые схемы промышленных котельных.

#### Тема 3.2.

1. Тепловые схемы теплоподготовительной установки ТЭЦ. Их особенности.
2. Теплофикационное оборудование ТЭЦ.

#### Тема 3.3.

1. Понятие о тепловом насосе
2. Утилизационные котельные

#### Тема 3.4.

1. Схема совместной работы ТЭЦ и пиковых котельных. Коэффициенты теплофикации и пиковые коэффициенты ТЭЦ и района теплопотребления.
2. Оборудование тепловых пунктов. Схема ГТП.
3. Особенности эксплуатации тепловых сетей.
4. Факторы, влияющие на надежность, и способы повышения надежности функционирования тепловых сетей.

### Курсовая работа

Тема курсовой работы: **Расчет системы теплоснабжения промышленно-жилой зоны.**

1. Расчет теплового баланса объекта.
2. Расчет теплоты по отдельным видам теплопотребления – технология, отопление, вентиляция, горячее водоснабжение.
3. График продолжительности тепловой нагрузки.

4. Выбор и прокладка тепловой сети.
5. Гидравлический расчет тепловой сети, выбор насосов.
6. Тепловой расчет тепловой сети.
7. График центрального регулирования отпуска тепла.
8. Расчет тепловой схемы паровой котельной.

Курсовая работа выполняется по вариантам и представляется обучающимися в печатном и электронном виде. Цель выполнения работы – приобретение студентами навыков проектирования и эксплуатации централизованных систем теплоснабжения, умений пользоваться справочной и нормативной литературой по теплоэнергетике, использовать различные номограммы для расчета параметров и процессов.

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации****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 предложений и выполнению работ по модернизации и реконструкции оборудования тепловых сетей</b>		
ПК-2.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы оборудования тепловых сетей	<p><i>Перечень контрольных вопросов по темам учебной программы для подготовки к экзамену:</i></p> <p>1. Назначение и структура систем теплоснабжения пром. предприятий.  2. Классификация систем теплоснабжения.  3. Теплофикация, основные принципы ее реализации. ТЭЦ – как высшая ступень развития централизованного теплоснабжения.  4. Тепловая нагрузка и тепловое потребление.  5. Методы определения потребности пром. потребителей в паре и горячей воде.  6. Удельные тепловые характеристики зданий. Внутренняя расчетная температура воздуха. Расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления и вентиляции.  7. Расчет потребности в тепловой энергии по укрупненным показателям.  8. Сезонная тепловая нагрузка. Расчет теплоты на отопление и вентиляцию.  9. График часовых расходов и график продолжительности тепловых нагрузок.  10. Круглогодичная тепловая нагрузка, ее расчет по укрупненным показателям.  11. Годовой расход тепла. Интегральный график.  12. Тепловые сети, их назначение.  13. Прокладка тепловых сетей. Трасса и профиль теплопровода.  14. Канальная, бесканальная, поверхностная и воздушная прокладки тепловых сетей. Особые виды прокладок.  15. Зависимые и независимые системы присоединения потребителей.  16. Паровые системы теплоснабжения. Классификация по давлению и температуре. Расчет потребности пара на технологические нужды.  17. Методы определения расчетного расхода воды и пара.  18. Задачи и исходные данные гидравлического расчета тепловых сетей. Предварительный и окончательный расчет.  19. Водяные системы теплоснабжения, особенности их прокладок. Преимущества и недостатки воды, как теплоносителя.</p>

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		<p>20. Присоединение потребителей к паровым и водяным тепловым сетям.</p> <p>21. Основы гидравлического расчета водяных тепловых сетей. Номограммный метод.</p> <p>22. Определение и построение пьезометрического графика водяной тепловой сети.</p> <p>23. Особенности гидравлического расчета паровых тепловых сетей.</p> <p>24. Гидравлический расчет конденсатопроводов.</p> <p>25. Падение давления теплоносителя по отдельным участкам сети. Линейные потери напора.</p> <p>26. Местные гидравлические сопротивления сети. Потери давления и напора на местных сопротивлениях.</p> <p>27. Гидравлический режим тепловых сетей.</p> <p>Способы поддержания давлений в «нейтральных» точках.</p> <p>28. Гидравлическая устойчивость. Коэффициент гидравлической устойчивости.</p> <p>29. Гидравлический удар и борьба с ним. Конструктивное оформление борьбы с гидроударами.</p> <p>30. Выбор сетевых, подпиточных и подкачивающих насосов.</p> <p>31. Схемы и конфигурации тепловых сетей. Особенности потокораспределения в кольцевых сетях.</p> <p>32. Опоры теплопроводов, их классификация. Виды опор, их назначение, конструкции, основы расчета.</p> <p>33. Термическое удлинение трубопроводов. Компенсация температурных удлинений. Осевые и радиальные компенсаторы, их компенсирующая способность.</p> <p>34. Методы регулирования отпуска тепла из систем централизованного теплоснабжения.</p> <p>35. Центральное регулирование однородной тепловой нагрузки. Графики регулирования.</p> <p>36. Изоляционная конструкция теплопроводов, ее назначение. Материалы и технология изготовления.</p> <p>37. Задачи теплового расчета систем теплоснабжения. Основные теплопотери.</p> <p>38. Тепловой расчет надземного теплопровода.</p> <p>39. Особенности теплового расчета бесканального подземного теплопровода.</p> <p>40. Теплопотери и тепловой расчет канального теплопровода. Допустимые теплопотери. Условия совместной прокладки в одном канале.</p> <p>41. Толщина тепловой изоляции, ее эффективность. Температурное поле теплопровода.</p> <p>42. Промышленные котельные – назначение, классификация, рациональные области использования.</p> <p>Тепловые схемы промышленных котельных.</p> <p>43. Тепловые схемы теплоподготовительной установки ТЭЦ. Их особенности.</p> <p>Теплофикационное оборудование ТЭЦ.</p> <p>44. Схема совместной работы ТЭЦ и пиковых котельных. Коэффициенты теплофикации и пиковые</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		коэффициенты ТЭЦ и района теплопотребления. 45. Оборудование тепловых пунктов. Схема ГТП. 46. Особенности эксплуатации тепловых сетей. 47. Факторы, влияющие на надежность, и способы повышения надежности функционирования тепловых сетей.
ПК-2.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы оборудования тепловых сетей	<p><i>Пример практического задания</i></p> <p>1. ЗАДАЧА. Определить тепловые потери и падение температуры воды для однотрубного изолированного теплопровода дальнего теплоснабжения, проложенного бесканально, по следующим данным: <math>d_h / d_b = 920/898</math> мм; <math>\ell = 40</math> км; <math>G = 1000</math> кг/с; <math>t_1 = 180^0\text{C}</math>; температура воздуха <math>t_0 = 5^0\text{C}</math>; <math>\delta_{из} = 80</math> мм; <math>\lambda_{из} = 0,12</math> Вт/м град; <math>h = 1,8</math> м; <math>\lambda_{гр} = 1,8</math> Вт/м град. Для определения толщины фиктивного слоя грунта коэффициент теплоотдачи от поверхности земли к наружному воздуху принять <math>\alpha = 18</math> Вт/м<sup>2</sup>град. Местные тепловые потери учесть коэффициентом <math>\beta = 0,2</math>.</p> <p>2. ЗАДАЧА. Рассчитать температуру в конце паропровода с учетом тепловых потерь по длине. Температура пара в начале паропровода <math>t_1 = 200^0\text{C}</math>. Расход пара <math>G = 32,5</math> кг/с.</p> <p>3. ЗАДАЧА. Длина паропровода <math>L = 1500</math> м. Полное термическое сопротивление <math>R = 0,85</math> м·К/Вт. Средняя теплоемкость пара при температуре <math>t_1</math>: <math>C_p = 2400</math> Дж/(кг·К). Температура наружного воздуха <math>t_0 = 5^0\text{C}</math>.</p>

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

### Показатели и критерии оценивания курсовой работы:

- на оценку «отлично» (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку «хорошо» (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.
- на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить

содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

- на оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует от высокого до порогового уровня сформированности компетенций:
- всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- 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 «незачтено» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач; обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

- на оценку «отлично» – студент должен показать базовые знания по изучаемой дисциплине на уровне воспроизведения и объяснения информации, показать интеллектуальные навыки решения простых задач, свободное владение и понимание материала в пределах экзаменационного билета, а также углубленные знания по изучаемой дисциплине, в ходе ответов на дополнительные вопросы;
- на оценку «хорошо» – студент должен показать базовые знания по изучаемой дисциплине на уровне воспроизведения и объяснения информации, показать интеллектуальные навыки решения простых задач, свободное владение и понимание материала в пределах экзаменационного билета;
- на оценку «удовлетворительно» – студент должен показать базовые знания по изучаемой дисциплине на уровне воспроизведения и объяснения информации, показать интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку «неудовлетворительно» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

# *Исследование режима работы отопительного прибора*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Отопление - один из видов инженерного оборудования зданий и сооружений, предназначенных для создания нормальных микроклиматических условий в помещениях, в том числе комфортных условий жизни людей и оптимального протекания технологических процессов.

Главными элементами этого вида оборудования являются отопительные приборы, которые в зависимости от вида используемого теплоносителя и других характеристик оборудования и самого здания характеризуются : теплоотдачей с поверхности при соответствующих температуре и давлении теплоносителя, металлоемкостью, тепловой инерцией и т.п.

Знание названных характеристик позволит проектанту и эксплуатационнику по обслуживанию тепловых сетей правильно выбрать и обслуживать системы отопления.

Цель настоящей лабораторной работы - научить студентов определять экспериментально работоспособность систем предприятий и учреждений.

Поставленная цель достигается изучением лабораторной установки, включающей отопительный прибор, нагреватель, воздуходувку и приборы контроля состояния передаваемой через прибор среды и стенок прибора.

А в процессе выполнения работы студент самостоятельно выполняет операции измерения температуры и давления теплоносителя при переменных расходных и температурных характеристиках, рассчитывает предусмотренные формой отчета величины, обобщает полученную информацию и готовит отчет по выполненным исследованиям.

Выполнение работы рассчитано на 2 ч.

## **СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ**

Системой отопления называют объединенные в единую, конструктивную сеть элементы – магистральные линии подачи теплоносителя от теплостанции (ЦТП) до узла ввода системы теплоснабжения в здание, насосы, стояли, подводки, отопительные приборы, запорно-регулирующая и измерительная аппаратура и т.п.

Каждый элемент системы несет определенную функцию; магистральные линии предназначены для доставки сетевого