

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
научной работе

Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) образовательной программы – Энергообеспечение
предприятий

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 3,4 Семестр 6,7

Экзамен 6,7 сем

Общая трудоемкость дисциплины 324.0 (академ. час), 9.00 (з.е)

Составитель Ю.В. Хондошко, старший преподаватель,

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 143

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.09.2022 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Савина Н.В. Савина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

получение необходимых теоретических и практических знаний в проектировании и надежной эксплуатации систем теплоснабжения.

Задачи дисциплины:

обеспечение знаний студентов в области теплоснабжения и оборудования источников теплоснабжения, тепловых сетей и подстанций; изучение методов определения потребности предприятий в паре и горячей воде на технологические и сантехнические нужды; получение навыков чтения схем, знание состава оборудования и режимов работы современных систем теплоснабжения, правил технической эксплуатации оборудования систем теплоснабжения, методов проектирования и технико-экономического анализа систем теплоснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования для направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» предусматривает изучение дисциплины «Тепловые сети» в части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1ПК-1 Выполняет сбор и анализ данных для расчета и проектирования объектов профессиональной деятельности; ИД-2ПК-1 Выполняет специальные расчеты для проектирования ОПД по типовым методикам; ИД-3ПК-1 Осуществляет технико-экономическое обоснование проектных решений при проектировании объектов профессиональной деятельности; ИД-4ПК-1 Участвует в подготовке проектной документации по ОПД или их отдельных узлов и элементов.
ПК-2 Способен разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	ИД-1ПК-2 Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства; ИД-2ПК-2 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД.
ПК-3 Способен определять параметры оборудования, рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ИД-1ПК-3 Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности, учитывая технические ограничения и требования по экологической безопасности; ИД-2ПК-3 Рассчитывает, обеспечивает и управляет режимами объектов профессиональной

	деятельности.
ПК-4 Способен участвовать в эксплуатации и организации ремонта объектов профессиональной деятельности	ИД-3ПК-4 Осуществляет оперативное управление работой ОПД и оперативную эксплуатацию объектов профессиональной деятельности; ИД-4ПК-4 Выполняет организационное и техническое обеспечение полного цикла или отдельных стадий эксплуатации объектов профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9.00 зачетных единицы, 324.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Основные понятия дисциплины. Тепловые нагрузки.	6	10		10								14	Входной контроль
2	Графики тепловых нагрузок.	6	10		10								14	Контрольная работа
3	Гидравлический режим тепловых сетей. Гидравлический расчет тепловых сетей.	6	12		12								16	Контрольная работа
4	Теплофикационное оборудование тепловых пунктов.	7	10		10								22	Контрольная работа
5	Оборудование тепловых	7	12		10								27	Контрольная работа

	сетей.													
6	Испытание тепловых сетей.	7	10		12								28	Контрольная работа
7	Курсовое проектирование	7							3.0					
8	Экзамен	6								0.3	35.7			
9	Экзамен	7								0.3	35.7			
	Итого		64.0		64.0		0.0	3.0	0.0	0.6	71.4		121.0	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Основные понятия дисциплины. Тепловые нагрузки.	<p>Тепловые сети и теплопотребляющие системы как основные структуры систем теплоснабжения. Основные направления развития систем теплоснабжения. Понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении.</p> <p>Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии. Оценка эффективности теплофикации. Определение расхода топлива на выработку электрической энергии теплоты на паротурбинных ТЭЦ. Определение расхода топлива на отдельную выработку электрической энергии и теплоты. Определение экономии топлива при теплофикации.</p> <p>Оптимальное распределение тепловой нагрузки между агрегатами паротурбинной ТЭЦ. Тепловой баланс помещений. Классификация тепловых нагрузок, их назначение, требуемые параметры и характеристики. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование.</p> <p>Часовые и годовые графики расходов теплоты жилыми и промышленными районами. Технологическое потребление пара и горячей воды. Используемые теплоносители, их параметры. Методы определения расчетной потребности в паре и горячей воде для технологических нужд.</p>
2	Графики тепловых нагрузок.	<p>Определение суммарной тепловой нагрузки. Определение годового потребления теплоты жилыми, общественными и промышленными зданиями. Графический способ определения годового расхода теплоты. Регулирование отпуска тепловой энергии. Задачи и способы регулирования отпуска теплоты. Общее уравнение регулирования. Регулирование</p>

		<p>процессов отпуска теплоты в системах горячего водоснабжения и отопления на тепловых пунктах потребителей теплоты. Температурный график центрального регулирования отпуска теплоты по отопительной тепловой нагрузке. Регулирование разнородной нагрузки при центральном регулировании отпуска теплоты по отопительному графику.</p>
3	<p>Гидравлический режим тепловых сетей. Гидравлический расчет тепловых сетей.</p>	<p>Гидравлический расчет тепловых сетей. Гидравлическая характеристика систем. Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Распределение давления и напоров вдоль сети. Расчет линейных и местных потерь давления в водяных и паровых тепловых сетях. Пьезометрический график и выбор вида присоединения потребителей к тепловым сетям. Определение параметров сетевых, подпиточных, подкачивающих и смесительных насосов. Методы и алгоритмы гидравлического расчета. Гидравлический режим тепловых сетей Гидравлических режим открытых и закрытых систем теплоснабжения и установленных в них насосов. Режим совместной работы насоса и сети. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. Гидравлический режим сетей с насосными и дросселирующими подстанциями. Гидравлический удар в тепловых сетях. Схемы закрепления давления в «нейтральных» точках.</p>
4	<p>Теплофикационное оборудование тепловых пунктов.</p>	<p>Оборудование тепловых пунктов (подстанций). Типы установок. Конденсатосборные установки. Водно-водяные подогревательные установки. Определение расчетных расходов воды и типоразмеров подогревателей. Смесительные узлы. Аккумуляторы теплоты. Теплоаккумулирующая способность зданий. Защита местных установок горячего водоснабжения от коррозии, шлама и накипи. Автоматизация тепловых подстанций. Расчет и выбор оборудования тепловых пунктов (элеваторов, насосов, подогревателей). Технологические схемы и компоновка насосных станций.</p>
5	<p>Оборудование тепловых сетей.</p>	<p>Характеристика объекта эксплуатации. Повышение надежности теплоснабжения. Качество теплоснабжения. Методы обнаружения и ликвидации повреждений в системах теплоснабжения.</p>
6	<p>Испытание тепловых сетей.</p>	<p>Испытание тепловых сетей. Организация эксплуатации систем теплоснабжения.</p>

		Приборы для обнаружения утечек. Организация обслуживания и ремонта теплотехнического оборудования. Пусковая и режимная наладки теплотехнического оборудования и тепловых сетей. Выбор оптимальных режимов работы.
--	--	---

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Тепловые нагрузки.	Определение расчетных тепловых нагрузок жилого микрорайона. Определение годовых тепловых нагрузок жилого микрорайона
Графики тепловых нагрузок.	Построение графиков часового и годового отпуска теплоты
Гидравлический расчет тепловых сетей.	Определение основных параметров гидравлической сети. Построение пьезометрического графика.
Теплофикационное оборудование тепловых пунктов.	Определение основных характеристик и выбор теплофикационного оборудования тепловых пунктов.
Оборудование тепловых сетей.	Определение основных характеристик и выбор оборудования тепловых сетей.
Испытание тепловых сетей.	Методика проведения испытания тепловых сетей. Способы и сроки устранения выявленных неполадок.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Основные понятия дисциплины. Тепловые нагрузки.	Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме.	14
2	Графики тепловых нагрузок.	Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме.	14
3	Гидравлический режим тепловых сетей. Гидравлический расчет тепловых сетей.	Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме.	16
4	Теплофикационное оборудование тепловых пунктов.	Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме.	22
5	Оборудование тепловых сетей.	Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам. Изучение дополнительной учебно-методической и	27

		научной литературы по теме.	
6	Испытание тепловых сетей.	Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам. Изучение дополнительной учебно-методической и научной литературы по теме.	28

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Источники и системы теплоснабжения» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются и компьютерные технологии, привлечение мультимедийной техники и интерактивной доски, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств.

Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену (6 семестр):

1. Энергетическая эффективность теплофикации и централизованного теплоснабжения. Понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении. Достоинства, недостатки, область применения
2. Теплофикация как наиболее совершенное направление централизованного теплоснабжения крупных жилых и промышленных районов. Роль теплофикации в энергетике России и других стран. Основные тенденции развития теплофикации.
3. Влияние степени загрузки отборов ТЭЦ по теплу, режимов потребления теплоты на экономию топлива. Экономия топлива от использования вторичных энергоресурсов и природной теплоты.
4. Тепловое потребление. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование воздуха. Часовые и годовые графика расходов теплоты жилыми и промышленными районами.
5. Методы распределения годового расхода теплоты между различными источниками теплоснабжения. Часовой и годовой коэффициенты теплофикации.
6. Открытые и закрытые системы теплоснабжения. Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным и паровым тепловым сетям. Понятие о групповых, местных и индивидуальных тепловых пунктах.
7. Промышленные котельные. Назначение, классификация, параметры, рациональные области использования; тепловые схемы и их расчет.
8. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Назначение, классификация, методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), методика составления и расчета тепловых схем ТЭЦ.
9. Газотурбинные и парогазовые установки.
10. Возобновляемые источники энергии.
11. Установки, использующие вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) предприятий для генерации тепла и электроэнергии.

Примерный перечень вопросов к экзамену (7 семестр):

1. Энергетическая эффективность теплофикации и централизованного теплоснабжения. Понятие о централизованном и децентрализованном теплоснабжении. Достоинства, недостатки, область применения.
2. Теплофикация как наиболее совершенное направление централизованного теплоснабжения крупных жилых и промышленных районов. Роль теплофикации в энергетике России и других стран. Основные тенденции развития теплофикации.
3. Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения. Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Взаимодействие отдельных методов и области их использования.
4. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов систем теплоснабжения. Их использование для определения параметров теплоносителей в нерасчетных режимах систем теплоснабжения.
5. Графики температур и расходов теплоносителя при центральном регулировании однородной и разнородной тепловой нагрузки в закрытых и открытых системах теплоснабжения.
6. Центральное, групповое и местное регулирование в системах с комбинированной тепловой нагрузкой. Учет расхода теплоты абонентскими теплопотребляющими установками. Энергетический и экономический эффект от совершенствования регулирования тепловой нагрузки.
7. Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Расчет линейных и местных потерь давления в водяных и паровых тепловых сетях.
8. Методика гидравлического расчета разветвленных водяных и паровых тепловых сетей.
9. Пьезометрический график. Требования к характеру распределения давлений и напоров в статическом и динамическом режимах в тепловых сетях.
10. Насосные и дроссельные станции в водяных тепловых сетях.
11. Определение параметров сетевых, подпиточных, подкачивающих и смесительных насосов в водяных тепловых сетях.
12. Определение параметров конденсатных насосов для конденсатопроводов паровых систем теплоснабжения. Выбор схем присоединения отопительных установок к водяным тепловым сетям.
13. Гидравлический и водный режим тепловых сетей. Гидравлические характеристики элементов систем теплоснабжения и их сочетаний.
14. Гидравлические характеристики тепловых сетей и установленных в них насосов. Режим совместной работы насоса и сети.
15. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. Точки регулируемого давления в тепловых сетях. Гидравлический режим водяных тепловых сетей с насосными и дроссельными станциями.
16. Утечка теплоносителя из тепловых сетей. Методы обнаружения неплотных участков тепловых сетей.
17. Требования к качеству подпиточной и сетевой воды. Методы обработки подпиточной воды тепловых сетей. Схемы водоподготовительных установок.
18. Оборудование систем теплоснабжения. Надземная и подземная прокладка теплопроводов.
19. Подземная канальная и бесканальная прокладка. Достоинства, недостатки, область применения. Изоляционные конструкции: тепловая изоляция, защита теплопроводов от поверхностных и грунтовых вод, обеспечение механической прочности.
20. Расчет тепловых потерь тепловых сетей надземной и подземной прокладки.
21. Расчет падения температуры теплоносителя по длине тепловой сети.
22. Температурные деформации теплопроводов. Методы их компенсации.
23. Испытания тепловых сетей (тепловые и гидравлические), вопросы подготовки к отопительному сезону.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

Авдюнин Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты : учебник / Авдюнин Е.Г.. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 300 с. — ISBN 978-5-9729-0296-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/86595.html>

Николаев Ю.Е. Теплофикация и тепловые сети : практикум / Николаев Ю.Е., Вдовенко И.А.. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. — 36 с. — ISBN 978-5-7433-2897-0. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76520.html>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	Операционная система MS Windows 10 Education, Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
3	MS Office 2010 standard	лицензия Microsoft office 2010 Standard RUS OLP ML Academic 50, договор №492 от 28 июня 2012 года.
4	MS Office 2013/2016 PRO PLUS Academic	Сублицензионный договор № Tr000027462 от 10.12.2015.
5	ЭБС IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
6	ЭБС ЮРАЙТ https://urait.ru	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://www.consultant.ru/	База данных законодательства РФ «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ
2	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
3	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Тепловые сети» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций.