

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплотехника и малая распределенная энергетика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	3 семестр - 145,2 часа;
в том числе на КП/КР	3 семестр - 16 часов;
Иная контактная работа	3 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа Проверочная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсового проекта	3 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Геллер Ю.А.
	Идентификатор	Rd15fd2d3-GellerYA-54f8e43b

(подпись)

Ю.А. Геллер

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

(подпись)

Ю.В. Шацких

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов К.А.
	Идентификатор	R24178de8-OrlovKA-0ab64072

(подпись)

К.А. Орлов

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение устройства и принципов действия тепловых сетей, изучение правил проектирования и эксплуатации тепловых сетей

Задачи дисциплины

- изучение устройства и принципов действия тепловых сетей;
- приобретение навыков проектирования тепловых сетей.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способность участвовать в принятии технологических и проектных решений при проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1ПК-2 Способен участвовать в сборе и анализе данных для оценки и планирования теплотребления объекта	знать: - Состав системы теплоснабжения. Тепловые нагрузки. Методики расчета параметров и выбора серийного теплоэнергетического оборудования.. уметь: - Формировать систему качественных и количественных показателей по потреблению энергии. Готовить исходные данные для проведения анализа энергопотребления.
ПК-2 Способность участвовать в принятии технологических и проектных решений при проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-3ПК-2 Использует современные методики расчета параметров и выбора серийного оборудования объектов профессиональной деятельности в соответствии с нормативной документацией	знать: - Методики выполнения гидравлического, теплового и механического расчета тепловых сетей. Величины гидравлических характеристик, удельных потерь для разных типов материалов трубопроводов. уметь: - Оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплотехника и малая распределенная энергетика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Классификация тепловых сетей	28	3	4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Классификация тепловых сетей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту</p>
1.1	Классификация тепловых сетей.	14		2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
1.2	Определение основной нагрузки потребителей.	14		2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	

																		<p>предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Классификация тепловых сетей"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Классификация тепловых сетей"</p> <p><u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><u>Проведение эксперимента:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

																<p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Классификация тепловых сетей". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 15-30 [2], 32-47</p>
2	Гидравлический расчет при проектировании тепловых сетей	46	10	-	4	-	2	-	-	-	30	-				<p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: 1. Определение напора в сети 2. Построение пьезометрического графика</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 64-90 [2], 161-182</p>
2.1	Гидравлические режимы	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-				
2.2	Гидравлический расчет	18	4	-	2	-	2	-	-	-	10	-				
2.3	Графики давлений	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-				
3	Механические расчеты	38	8	-	6	-	-	-	-	-	24	-				
3.1	Прокладка тепловых сетей	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-				
3.2	Компенсационные расчеты	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-				
3.3	Прочностные расчеты	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-				

													трубопровода от внутренних и внешних нагрузок 4. Определение прогиба трубопровода <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 254-287
4	Энергосберегающие и энергоэффективные технологии в тепловых сетях	33.7	10	-	2	-	-	-	-	-	21.7	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: 1. Определение необходимой теплоизоляции тепловой сети <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 161-190 [2], 295-306
4.1	Тепловые расчеты изоляции тепловых сетей	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
4.2	Схемы присоединения	11	4	-	-	-	-	-	-	-	7	-	
4.3	Автоматизация тепловых сетей	8.7	2	-	-	-	-	-	-	-	6.7	-	
	Экзамен	34.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	36.3	-	-	-	16	-	4	-	0.3	16	-	
	Всего за семестр	216.0	32	-	16	16	2	4	-	0.8	111.7	33.5	
	Итого за семестр	216.0	32	-	16	18		4		0.8	145.2		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Классификация тепловых сетей

1.1. Классификация тепловых сетей.

Категории потребителей теплоты по надежности теплоснабжения. Схемы теплоснабжения и тепловых сетей. Элементы тепловых трубопроводов. Материалы сетей и изоляции. Трубы и детали трубопроводов. Опоры трубопроводов. Арматура и соединения. Дренажные устройства трубопроводов..

1.2. Определение основной нагрузки потребителей.

1 График продолжительности тепловых нагрузок. Определение расходов тепла. Регулирование отпуска тепла: центральное, групповое, индивидуальное. Способы регулирования: количественное, качественное, центральное качественно-количественное. Регулирование отпуска теплоты для подогрева воды в системах горячего водоснабжения.

2. Гидравлический расчет при проектировании тепловых сетей

2.1. Гидравлические режимы

Гидравлические режимы для магистральных водяных тепловых сетей Расчетные расходы теплоносителя..

2.2. Гидравлический расчет

Гидравлический расчет трубопроводов водяных тепловых сетей. Гидравлический расчет паропроводов. Гидравлический расчет конденсатопроводов..

2.3. Графики давлений

Графики давлений. Граничные условия при расчете гидравлических режимов.

3. Механические расчеты

3.1. Прокладка тепловых сетей

Подземная прокладка. Надземная прокладка. Переходы тепловых сетей через препятствия. Расчеты сооружений тепловых сетей. Энергоэффективность тепловых сетей. Рабочая документация тепловых сетей: рабочие чертежи, эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий, спецификация оборудования, изделий и материалов.

3.2. Компенсационные расчеты

Расчет трубопроводов тепловых сетей на прочность. Нагрузки на подвижные и неподвижные опоры..

3.3. Прочностные расчеты

Способы компенсации тепловых удлинений трубопроводов. Расчет сплошных участков трубопроводов на компенсацию тепловых удлинений при гибких компенсаторах и самокомпенсации. Расчет на компенсацию тепловых удлинений участков трубопроводов с П-образными компенсаторами..

4. Энергосберегающие и энергоэффективные технологии в тепловых сетях

4.1. Тепловые расчеты изоляции тепловых сетей

Определение термических сопротивлений и толщин изоляционных конструкций. Определение температуры в различных точках температурного поля изолированного трубопровода..

4.2. Схемы присоединения

1 Абонентский узел. Зависимые и независимые схемы присоединения систем отопления. Схема непосредственного присоединения; Схема с элеватором. Схема с насосом на перемычке. Схема с насосом на обратной линии. Схема с насосом на подающей линии. Схемы с насосом и элеватором..

4.3. Автоматизация тепловых сетей

1 Тепловой контроль тепловых сетей. Принципиальные схемы автоматизации основных узлов тепловых сетей. Автоматизация тепловых пунктов. Диспетчерское управление. Телемеханизация..

3.3. Темы практических занятий

1. Схемы и способы прокладки тепловых сетей;
2. Построение графика продолжительности тепловых нагрузок;
3. Гидравлический расчет тепловых сетей. Определение требуемого диаметра;
4. Гидравлический расчет тепловых сетей. Построение пьезометрического графика;
5. Прочностные и компенсационные расчеты тепловых сетей;
6. Расчет изоляции тепловых сетей;
7. Спецификация оборудования тепловых сетей.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

3 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- 1.Проектирование тепловых сетей квартала города N площадью 30 га
- 2.Проектирование тепловых сетей коттеджного поселка N-ской области на 100 домов
- 3. Проектирование тепловых сетей для здания школы в городе N

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 9	10 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	40	20	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	60	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчет теплопотребления

2	Гидравлический расчет
3	Механический расчет
4	Тепловые расчеты изоляции тепловых сетей

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
Состав системы теплоснабжения. Тепловые нагрузки. Методики расчета параметров и выбора серийного теплоэнергетического оборудования.	ИД-1ПК-2	+				Тестирование/Классификация тепловых сетей.
Методики выполнения гидравлического, теплового и механического расчета тепловых сетей. Величины гидравлических характеристик, удельных потерь для разных типов материалов трубопроводов	ИД-3ПК-2		+			Контрольная работа/Гидравлический расчет при проектировании тепловых сетей
Уметь:						
Формировать систему качественных и количественных показателей по потреблению энергии. Готовить исходные данные для проведения анализа энергопотребления	ИД-1ПК-2				+	Проверочная работа/Энергосберегающие и энергоэффективные технологии в тепловых сетях
Оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию	ИД-3ПК-2			+		Контрольная работа/Механические расчеты трубопровода

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Классификация тепловых сетей. (Тестирование)

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Гидравлический расчет при проектировании тепловых сетей (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Механические расчеты трубопровода (Контрольная работа)
2. Энергосберегающие и энергоэффективные технологии в тепловых сетях (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Курсовой проект (КП) (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Сафонов, А. П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям : Учебное пособие для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / А. П. Сафонов . – 3-е изд., перераб. – М. : Энергоатомиздат, 1985 . – 232 с.;

2. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Е. Я. Соколов . – 9-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00337-4 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5312.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-209/7, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепловые сети

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Классификация тепловых сетей. (Тестирование)
- КМ-2 Гидравлический расчет при проектировании тепловых сетей (Контрольная работа)
- КМ-3 Механические расчеты трубопровода (Контрольная работа)
- КМ-4 Энергосберегающие и энергоэффективные технологии в тепловых сетях (Проверочная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	12	16	9
1	Классификация тепловых сетей					
1.1	Классификация тепловых сетей.		+			
1.2	Определение основной нагрузки потребителей.		+			
2	Гидравлический расчет при проектировании тепловых сетей					
2.1	Гидравлические режимы			+		
2.2	Гидравлический расчет			+		
2.3	Графики давлений			+		
3	Механические расчеты					
3.1	Прокладка тепловых сетей				+	
3.2	Компенсационные расчеты				+	
3.3	Прочностные расчеты				+	
4	Энергосберегающие и энергоэффективные технологии в тепловых сетях					
4.1	Тепловые расчеты изоляции тепловых сетей					+
4.2	Схемы присоединения					+

4.3	Автоматизация тепловых сетей				+
	Вес КМ, %:	20	30	30	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Тепловые сети

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Расчет теплотребления
- КМ-2 Гидравлический расчет
- КМ-3 Механический расчет
- КМ-4 Тепловые расчеты изоляции

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	9	12	16
1	Расчет теплотребления		+			
2	Гидравлический расчет			+		
3	Механический расчет				+	
4	Тепловые расчеты изоляции тепловых сетей					+
Вес КМ, %:			20	40	20	20