

**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**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 6;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>216 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 145,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>3 семестр - 15,7 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>3 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Проверочная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

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

Ю.А. Геллер

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

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

Ю.В. Шацких

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

Ю.В. Шацких

## 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 высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> 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><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> 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><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> 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><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> 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><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], стр. 15-30 [3], стр. 32-47</p>	
2	Гидравлический расчет при проектировании тепловых сетей	44	10	-	4	-	-	-	-	-	-	30	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> 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><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], п. 2 [2], стр. 64-90 [3], стр. 161-182</p>
2.1	Гидравлические режимы	14	4	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
2.2	Гидравлический расчет	16	4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	
2.3	Графики давлений	14	2	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Механические расчеты	38	8	-	6	-	-	-	-	-	-	24	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> 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. Построение трассы 2. Определение количества</p>
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	-	

													компенсаторов 3. Определение прочности трубопровода от внутренних и внешних нагрузок 4. Определение прогиба трубопровода <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 254-287
4	Энергосберегающие и энергоэффективные технологии в тепловых сетях	34	10	-	2	-	-	-	-	-	22	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> 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 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п. 3 [2], стр. 161-190 [3], стр. 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	9	2	-	-	-	-	-	-	7	-		
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>111.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>145.2</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Расчет изоляции тепловых сетей;
2. Схемы и способы прокладки тепловых сетей;
3. Построение графика продолжительности тепловых нагрузок;
4. Гидравлический расчет тепловых сетей. Определение требуемого диаметра;
5. Гидравлический расчет тепловых сетей. Построение пьезометрического графика;
6. Прочностные и компенсационные расчеты 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	
<b>Знать:</b>						
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
<b>Уметь:</b>						
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.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Геллер, Ю. А. Расчет режимов и геометрических параметров тепловых сетей : учебное пособие по курсу "Тепловые сети" по направлению подготовки магистров 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Ю. А. Геллер, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2022 . – 76 с. - ISBN 978-5-7046-2568-1 .  
<http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=11908>;
2. 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.;
3. Соколов Е.Я.- "Теплофикация и тепловые сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011669.html>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. 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-201, 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