

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  
Инженерных систем и сооружений



/С.А. Яременко/  
18 февраля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Тепловые сети»**

**Направление подготовки** 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

**Профиль** Городские энергетические сети

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года и 11 м.

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2025

Автор программы \_\_\_\_\_ Д.Н. Китаев

И.о. заведующего кафедрой  
Теплогазоснабжения и  
нефтегазового дела \_\_\_\_\_ А.И. Колосов

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ Д.Н. Китаев

Воронеж 2025

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Научить студентов методам проектирования и выбора оптимальных систем теплоснабжения с учетом новейших достижений науки и техники в этой области, используя при этом современные математические методы и вычислительную технику, показать также пути дальнейшего развития и совершенствования теплоснабжения, как важнейшего звена энергетики народного хозяйства нашей страны.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов знаний получения тепловой энергии, методов анализа эффективности использования теплоты, принципов действия, конструирования, областей применения основного и вспомогательного оборудования систем теплоснабжения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Тепловые сети» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Тепловые сети» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен подготовить проектную и рабочую документацию по тепловым, газовым и электрическим сетям, а также по технологическим решениям котельных для выполнения строительно-монтажных работ

ПК-2 - Способен разработать рациональные режимы работы системы тепло- и газоснабжения, обеспечивающие надежность, экономичность и безопасность передачи

ПК-3 - Способен разрабатывать оптимальные конфигурации и гидравлические режимы энергетических сетей

ПК-4 - Способен организовать работы по ремонту оборудования, трубопроводов, арматуры тепловых и газовых сетей

ПК-5 - Способен организовать и выполнить работы по разработке мероприятий по регулировке и наладке энергетических сетей

ПК-6 - Способен обеспечить и контролировать эксплуатацию котельных, тепловых и газовых сетей

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по теплоснабжению
	Уметь осуществлять выбор исходных данных для проектирования систем теплоснабжения; выбор типовых технических решений систем теплоснабжения и привязка их к объекту;

	Владеть навыками подготовки информации для составления технического задания по смежным разделам проекта систем теплоснабжения; навыками принятия проектных решений
ПК-2	Знать основные законы и правила организации рационального режима работы системы теплоснабжения, знать основные принципы регулирования тепловых сетей
	Уметь выбирать вариант конструктивного решения систем теплоснабжения в соответствии с техническим заданием
	Владеть навыками расчета качественного и количественного регулирования тепловых сетей
ПК-3	Знать основные принципы гидравлического регулирования тепловых сетей; основные правила трассировки трубопроводов тепловых сетей
	Уметь проводить расчеты гидравлического регулирования тепловых сетей; планировать оптимальную трассу и структуру тепловой сети с использованием ЭВМ
	Владеть навыками использования ЭВМ для поиска научно-технической информации и решения поставленных задач по регулированию и структурному планированию тепловых сетей
ПК-4	Знать нормативно-методические документы, регламентирующие проведение технического обслуживания систем теплоснабжения
	Уметь применять профессиональные знания, полученные из разных источников, применительно к системам теплоснабжения
	Владеть навыками подготовки информации для составления технического задания по смежным разделам проекта систем теплоснабжения; навыками принятия проектных решений
ПК-5	Знать функциональные связи между подразделениями строительно-монтажной, обслуживающей организации в сфере теплоснабжения
	Уметь составлять план и график производства работ по монтажу и наладке систем теплоснабжения; составлять графики потребности в трудовых, материально-технических ресурсах необходимых для монтажа и наладки систем теплоснабжения
	Владеть навыками составления оперативного плана

	для выполнения монтажа и наладки систем теплоснабжения
ПК-6	Знать нормативно-техническую документацию, устанавливающую требования к системам теплоснабжения
	Уметь обеспечить и контролировать эксплуатацию трубопроводов и арматуры централизованных и автономных систем теплоснабжения
	Владеть навыкам использования контрольно-измерительных приборов и оборудования при эксплуатации систем теплоснабжения

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Тепловые сети» составляет 9 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	162	90	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	72	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	-
<b>Самостоятельная работа</b>	126	18	108
<b>Курсовой проект</b>	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	324	108	216
зач.ед.	9	3	6

#### **заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		8	9
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	32	16	20
В том числе:			
Лекции	14	4	10
Практические занятия (ПЗ)	14	4	10
Лабораторные работы (ЛР)	4	4	-
<b>Самостоятельная работа</b>	279	92	187
<b>Курсовой проект</b>	+		+
Часы на контроль	13	4	9

Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	324 9	108 3	216 6

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Основные понятия о системе теплоснабжения. Основные виды централизованного теплоснабжения: теплофикация и теплоснабжение от котельных. Их достоинства и недостатки. Ведущая роль теплофикации как высокоэффективного метода централизованного теплоснабжения.	12	12	4	20	48
2	Определение расхода теплоты	Классификация потребителей теплоты и методы определения ее расходов. Общие и удельные расходы жилыми, общественными и промышленными зданиями. Часовые и годовые расходы теплоты отдельными видами потребителей. Часовые, суточные и годовые графики потребления теплоты. Коэффициент неравномерного потребления теплоты и числа часов использования максимума. Интегральный график расхода сезонной тепловой нагрузки. Годовые графики теплопотребления.	12	12	4	20	48
3	Системы теплоснабжения	Теплоносители и их основные характеристики. Водяные системы теплоснабжения (закрытые, открытые, однотрубные, многотрубные). Принципиальные схемы присоединения отопления, вентиляции, горячего водоснабжения к водяным тепловым сетям. Паровые системы теплоснабжения с возвратом конденсата их принципиальные схемы и области применения. Схема присоединения местных систем теплопотребления к паровым сетям. Сбор и возврат конденсата. Паровые системы теплоснабжения без возврата конденсата. Схема присоединения систем теплопотребления к паровым сетям.	12	12	4	20	48
4	Регулирование отпуска теплоты и расчет абонентских вводов	Назначение и методы регулирования отпуска тепла потребителям. Регулирование отпуска тепла на отопление в водяных системах теплоснабжения. Качественное регулирование отпуска тепла потребителям. Регулирование отпуска тепла по совместной нагрузке отопления и ГВ закрытых и открытых систем	12	12	2	22	48

		теплоснабжения, повышенный и скорректированный температурный график. Регулирование отпуска тепла в паровых системах теплоснабжения. Алгоритм расчета на ЭВМ тепловых пунктов и температурных графиков регулирования отпуска тепла.					
5	Гидравлический расчет тепловых сетей	Гидравлическая характеристика водяных тепловых сетей. Гидравлическое сопротивление сети. Гидравлическая характеристика насосов. Гидравлическая устойчивость и способы ее повышения. Переменные гидравлические режимы отдельных систем теплоснабжения. Гидравлический удар в тепловых сетях. Расчет потокораспределения в кольцевых тепловых сетях. Уравнение Кирхгоффа. Расчет гидравлического режима при реконструкции тепловых сетей.	12	12	2	22	48
6	Оборудование тепловых пунктов	Элеваторы и смесительные насосы. Схемы включения. Поверхностные теплообменные аппараты, скоростные и емкостные. Тепловой и гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Автоматическое регулирование тепловых пунктов.	12	12	2	22	48
<b>Итого</b>			<b>72</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>126</b>	<b>288</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Основные понятия о системе теплоснабжения. Основные виды централизованного теплоснабжения: теплофикация и теплоснабжение от котельных. Их достоинства и недостатки. Ведущая роль теплофикации как высокоэффективного метода централизованного теплоснабжения.	4	2	2	46	54
2	Определение расхода теплоты	Классификация потребителей теплоты и методы определения ее расходов. Общие и удельные расходы жилыми, общественными и промышленными зданиями. Часовые и годовые расходы теплоты отдельными видами потребителей. Часовые, суточные и годовые графики потребления теплоты. Коэффициент неравномерного потребления теплоты и числа часов использования максимума. Интегральный график расхода сезонной тепловой нагрузки. Годовые графики теплопотребления.	2	2	2	46	52
3	Системы теплоснабжения	Теплоносители и их основные характеристики. Водяные системы теплоснабжения (закрытые, открытые, однотрубные, многотрубные). Принципиальные схемы присоединения отопления, вентиляции, горячего водоснабжения к водяным тепловым сетям. Паровые системы теплоснабжения с возвратом конденсата их принципиальные схемы и области применения. Схема присоединения	2	2	2	46	52

		местных систем теплоснабжения к паровым сетям. Сбор и возврат конденсата. Паровые системы теплоснабжения без возврата конденсата. Схема присоединения систем теплоснабжения к паровым сетям.					
4	Регулирование отпуска теплоты и расчет абонентских вводов	Назначение и методы регулирования отпуска тепла потребителям. Регулирование отпуска тепла на отопление в водяных системах теплоснабжения. Качественное регулирование отпуска тепла потребителям. Регулирование отпуска тепла по совместной нагрузке отопления и ГВ закрытых и открытых систем теплоснабжения, повышенный и скорректированный температурный график. Регулирование отпуска тепла в паровых системах теплоснабжения. Алгоритм расчета на ЭВМ тепловых пунктов и температурных графиков регулирования отпуска тепла.	2	2	-	46	50
5	Гидравлический расчет тепловых сетей	Гидравлическая характеристика водяных тепловых сетей. Гидравлическое сопротивление сети. Гидравлическая характеристика насосов. Гидравлическая устойчивость и способы ее повышения. Переменные гидравлические режимы отдельных систем теплоснабжения. Гидравлический удар в тепловых сетях. Расчет потокораспределения в кольцевых тепловых сетях. Уравнение Кирхгофа. Расчет гидравлического режима при реконструкции тепловых сетей.	2	4	-	46	52
6	Оборудование тепловых пунктов	Элеваторы и смесительные насосы. Схемы включения. Поверхностные теплообменные аппараты, скоростные и емкостные. Тепловой и гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Автоматическое регулирование тепловых пунктов.	2	4	-	45	51
<b>Итого</b>			<b>14</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>275</b>	<b>311</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Назначение и устройство гидродинамического стенда.
2. Построение пьезометрического графика 2-х трубной водяной тепловой сети.
3. Исследование характеристик 2-х трубной водяной тепловой сети
4. Определение коэффициента трения и местных сопротивлений в водяной сети.
5. Определение гидравлического сопротивление 2-х трубной водяной тепловой сети.
6. Влияние основного параметра сети, влияющего на гидравлическую устойчивость тепловой сети.
7. Влияние на режим давлений в тепловой сети, место расположения нейтральной точки.
8. Влияние на режим давлений в тепловой сети измененного расхода

сетевой воды.

9. Устройство ЦТП. Определение расхода теплоты с помощью тепломеров, расходомеров и перепадов температур на действующем ЦТП.

10. Назначение и устройство солнечной системы горячего водоснабжения, определение ее эффективности.

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 6 семестре для очной формы обучения, в 9 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Теплоснабжение города», «Теплоснабжение микрорайона города», «Автономное теплоснабжение микрорайона города»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- определение тепловых нагрузок;
- построение графиков часовых расходов тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение, построение отопительного графика при качественном регулировании отпуска тепла потребителям;
- гидравлический, механический и тепловой расчет теплопроводов;
- расчет и выбор подвижных и неподвижных опор, компенсаторов, самокомпенсации при углах и поворотах трассы;
- расчет и выбор тепловой изоляции. Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-1	Знать научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по теплоснабжению	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Уметь осуществлять выбор исходных данных для проектирования систем теплоснабжения; выбор типовых технических решений систем теплоснабжения и привязка их к объекту;	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками подготовки информации для составления технического задания по смежным разделам проекта систем теплоснабжения; навыками принятия проектных решений	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать основные законы и правила организации рационального режима работы системы теплоснабжения, знать основные принципы регулирования тепловых сетей	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выбирать вариант конструктивного решения систем теплоснабжения в соответствии с техническим заданием	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками расчета качественного и количественного регулирования тепловых сетей	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать основные принципы гидравлического регулирования тепловых сетей; основные правила трассировки трубопроводов тепловых сетей	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить расчеты гидравлического регулирования тепловых сетей; планировать оптимальную трассу и структуру тепловой сети с использованием ЭВМ	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

		«удовлетворительно»		
	Владеть навыками использования ЭВМ для поиска научно-технической информации и решения поставленных задач по регулированию и структурному планированию тепловых сетей	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	Знать нормативно-методические документы, регламентирующие проведение технического обслуживания систем теплоснабжения	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять профессиональные знания, полученные из разных источников, применительно к системам теплоснабжения	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками подготовки информации для составления технического задания по смежным разделам проекта систем теплоснабжения; навыками принятия проектных решений	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать функциональные связи между подразделениями строительно-монтажной, обслуживающей организации в сфере теплоснабжения	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь составлять план и график производства работ по монтажу и наладке систем теплоснабжения; составлять графики потребности в трудовых, материально-технических ресурсах необходимых для монтажа и наладки систем теплоснабжения	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками составления оперативного плана для выполнения монтажа и наладки систем теплоснабжения	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

		оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»		
ПК-6	Знать нормативно-техническую документацию, устанавливающую требования к системам теплоснабжения	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
	Уметь обеспечить и контролировать эксплуатацию трубопроводов и арматуры централизованных и автономных систем теплоснабжения	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
	Владеть навыкам использования контрольно-измерительных приборов и оборудования при эксплуатации систем теплоснабжения	Посещение всех видов занятий. Отчет лекций, практических и лабораторных работ, выполнение разделов курсового проекта, с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной формы обучения, 8, 9 семестре для заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по теплоснабжению	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Уметь осуществлять выбор исходных данных для проектирования систем теплоснабжения; выбор	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все	Обучающийся демонстрирует полное понимание	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание

	типовых технических решений систем теплоснабжения и привязка их к объекту;	или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Владеть навыками подготовки информации для составления технического задания по смежным разделам проекта систем теплоснабжения; навыками принятия проектных решений	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
ПК-2	Знать основные законы и правила организации рационального режима работы системы теплоснабжения, знать основные принципы регулирования тепловых сетей	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Уметь выбирать вариант конструктивного решения систем теплоснабжения в соответствии с техническим заданием	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий.

				3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Владеть навыками расчета качественного и количественного регулирования тепловых сетей	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
ПК-3	Знать основные принципы гидравлического регулирования тепловых сетей; основные правила трассировки трубопроводов тепловых сетей	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Уметь проводить расчеты гидравлического регулирования тепловых сетей; планировать оптимальную трассу и структуру тепловой сети с использованием ЭВМ	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Владеть навыками использования ЭВМ для поиска научно-технической информации и решения	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все	Обучающийся демонстрирует полное понимание	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание

	поставленных задач по регулированию и структурному планированию тепловых сетей	или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
ПК-4	Знать нормативно-методические документы, регламентирующие проведение технического обслуживания систем теплоснабжения	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Уметь применять профессиональные знания, полученные из разных источников, применительно к системам теплоснабжения	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Владеть навыками подготовки информации для составления технического задания по смежным разделам проекта систем теплоснабжения; навыками принятия проектных решений	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий.

				3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
ПК-5	Знать функциональные связи между подразделениями строительно-монтажной, обслуживающей организации в сфере теплоснабжения	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Уметь составлять план и график производства работ по монтажу и наладке систем теплоснабжения; составлять графики потребности в трудовых, материально-технических ресурсах необходимых для монтажа и наладки систем теплоснабжения	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Владеть навыками составления оперативного плана для выполнения монтажа и наладки систем теплоснабжения	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
ПК-6	Знать нормативно-техническую документацию, устанавливающую требования к системам теплоснабжения	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все	Обучающийся демонстрирует полное понимание	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание

		или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Уметь обеспечить и контролировать эксплуатацию трубопроводов и арматуры централизованных и автономных систем теплоснабжения	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
	Владеть навыкам использования контрольно-измерительных приборов и оборудования при эксплуатации систем теплоснабжения	Студент демонстрирует полное, значительное или частичное понимание вопросов и заданий. Все или большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий. 3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать	Ответы на все	полное	значительно	значительное	небольшое

	научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по теплоснабжению	вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах на вопросы материалов всей рекомендованной литературы	понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	или частичное понимание вопросов экзамена	понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
	Уметь осуществлять выбор исходных данных для проектирования систем теплоснабжения; выбор типовых технических решений систем теплоснабжения и привязка их к объекту;		полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительное понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
	Владеть навыками подготовки информации для составления технического задания по смежным разделам проекта систем теплоснабжения; навыками принятия проектных решений		полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительное понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
ПК-2	Знать основные законы и правила организации рационального режима работы системы теплоснабжения, знать основные принципы регулирования тепловых сетей	Ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах на вопросы материалов всей рекомендованной литературы	полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительное понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
	Уметь выбирать вариант конструктивного решения систем теплоснабжения в соответствии с техническим заданием		полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительное понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
	Владеть навыками расчета качественного и количественного регулирования тепловых сетей		полное понимание и выполнение задания,	значительное понимание и выполнение задания,	значительное или частичное понимание вопросов	небольшое понимание или неверное выполнение заданий

			полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительное понимание вопросов экзамена	экзамена	тестирования, вопросов экзамена
ПК-3	Знать основные принципы гидравлического регулирования тепловых сетей; основные правила трассировки трубопроводов тепловых сетей	Ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах на вопросы материалов всей рекомендованной литературы	полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительное понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
	Уметь проводить расчеты гидравлического регулирования тепловых сетей; планировать оптимальную трассу и структуру тепловой сети с использованием ЭВМ		полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительное понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
	Владеть навыками использования ЭВМ для поиска научно-технической информации и решения поставленных задач по регулированию и структурному планированию тепловых сетей		полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительное понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
ПК-4	Знать нормативно-методические документы, регламентирующие проведение технического обслуживания систем теплоснабжения	Ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах на вопросы материалов всей рекомендованной литературы	полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительное понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
	Уметь применять профессиональные знания, полученные из разных источников, применительно к системам теплоснабжения		полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов	значительное понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена

	Владеть навыками подготовки информации для составления технического задания по смежным разделам проекта систем теплоснабжения; навыками принятия проектных решений		экзамена полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительно е понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
ПК-5	Знать функциональные связи между подразделениями строительно-монтажной, обслуживающей организации в сфере теплоснабжения	Ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах на вопросы материалов всей рекомендованной литературы	полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительно е понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
	Уметь составлять план и график производства работ по монтажу и наладке систем теплоснабжения; составлять графики потребности в трудовых, материально-технических ресурсах необходимых для монтажа и наладки систем теплоснабжения		полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительно е понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
	Владеть навыками составления оперативного плана для выполнения монтажа и наладки систем теплоснабжения		полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительно е понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
ПК-6	Знать нормативно-техническую документацию, устанавливающую требования к системам теплоснабжения	Ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах на вопросы материалов всей рекомендованной литературы	полное понимание и выполнение задания, полное или значительное понимание вопросов экзамена	значительно е понимание и выполнение задания, значительное понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
	Уметь обеспечить и контролировать		полное понимание	значительно е понимание	значительное или	небольшое понимание

эксплуатацию трубопроводов и арматуры централизованных и автономных систем теплоснабжения		и выполнение задания, полное или значительно понимание вопросов экзамена	и выполнение задания, значительно понимание вопросов экзамена	частичное понимание вопросов экзамена	или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена
Владеть навыкам использования контрольно-измерительных приборов и оборудования при эксплуатации систем теплоснабжения		полное понимание и выполнение задания, полное или значительно понимание вопросов экзамена	значительно понимание и выполнение задания, значительно понимание вопросов экзамена	значительное или частичное понимание вопросов экзамена	небольшое понимание или неверное выполнение заданий тестирования, вопросов экзамена

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Тепловой поток на отопление жилых зданий определяется по формуле

а)  $Q_0 = k_1 q_0 A$  ;

б)  $Q_0 = k_2 q_0 A$  ;

в)  $Q_0 = q_0 A$  ;

г)  $(1) Q q A k o = o + .$

2. Тепловой поток на горячее водоснабжение жилых зданий определяется по формуле

а)  $24 \cdot 3,6 \cdot 1,2 \cdot (55) \cdot - = \text{хз гв см а t Q} ;$

б)  $24 \cdot 3,6 \cdot 1,2 \cdot (55) \cdot + - = \text{хз гв см а b t Q} ;$

в)  $24 \cdot 3,6 \cdot 1,2 \cdot (55) \cdot - = \text{хз гв см b t Q} ;$

г)  $Q_{гв} = 0 .$

3. Норма расхода воды на горячее водоснабжение на одного человека в сутки для жилых зданий

а) 100 л/сут;

б) 120 л/сут;

в) 150 л/сут;

г) 50 л/сут.

4. Температура воды в системе горячего водоснабжения составляет

а) 45 ° C;

б) 55 ° C ;

в) 75 ° C;

г) 95 ° C.

5. При количественном регулировании отпуска тепла потребителям параметром регулирования является:

а) расход сетевой воды;

б) расход и температура сетевой воды;

в) температура сетевой воды;

- г) давление сетевой воды.
6. Для надземной прокладки тепловых сетей применяются неподвижные опоры
- а) щитовые;
  - б) лобовые;
  - в) хомутовые;
  - г) с 2-х сторонними упорами.
7. Для труб тепловых сетей диаметром свыше  $dy250$  мм применяются компенсаторы
- а) сальниковые;
  - б) П-образные;
  - в) S-образные;
  - г)  $\Omega$ -образные.
8. Удельные потери на трение для магистральных тепловых сетей допускается принимать
- а)  $Rl \leq 80 \text{ Па/м}$  ;
  - б)  $Rl \leq 300 \text{ Па/м}$  ;
  - в)  $Rl \leq 200 \text{ Па/м}$  ;
  - г)  $Rl \leq 100 \text{ Па/м}$ .
9. При качественном регулировании отпуска тепла потребителям параметром регулирования является:
- а) расход сетевой воды;
  - б) расход и температура сетевой воды;
  - в) температура сетевой воды;
  - г) давление сетевой воды.
10. Точка излома температурного графика закрытой системы теплоснабжения составляет
- а)  $55 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
  - б)  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  ;
  - в)  $75 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
  - г)  $85 \text{ }^\circ\text{C}$ .

#### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

Не предусмотрено.

#### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Гидравлическая характеристика системы теплоснабжения.
2. Гидравлический режим открытых систем теплоснабжения.
3. Гидравлический режим закрытых систем теплоснабжения.
4. Гидравлический режим тепловых сетей с насосными подстанциями.
5. Гидравлическая устойчивость системы теплоснабжения.
6. Точки регулируемого давления и нейтральные точки теплосети.
7. Расчет потокораспределения в тепловых сетях, питаемых от нескольких источников.

8. Теплофикационное оборудование ТЭЦ.
9. Нормы качества воды для закрытых и открытых тепловых сетей.
10. Химическое обескислороживание воды.
11. Термическая деаэрация.
12. Коррозия стальных трубопроводов от растворенных в воде газов.  
Коррозионный коэффициент.
13. Обработка воды силикатом натрия для систем теплоснабжения.
14. Защита теплопроводов тепловой сети от электрохимической коррозии.
15. Борьба с внешней и внутренней коррозией тепловых сетей.
16. Способы удаления из воды растворенных газов.
17. Водоподготовка для тепловой сети. Умягчение воды в Na – катионитных фильтрах.
18. Типы прокладок тепловых сетей. Строительные конструкции теплопроводов.
19. Прокладка тепловых сетей в гильзах.
20. Защита теплопроводов от грунтовых и поверхностных вод.
21. Способы борьбы с внутренней коррозией тепловых сетей.
22. Бесканальная прокладка тепловых сетей.
23. Теплоизоляционные материалы и конструкции тепловых сетей.
24. Расчет толщины тепловой изоляции.
25. Теплотери теплопровода.
26. Типы подвижных опор. Усилия, действующие на подвижную опору.
27. Типы неподвижных опор. Усилия, действующие на неподвижные опоры.
28. Назначение и устройство тепловых камер.
29. Арматура, фланцы и фасонные части тепловых сетей.
30. Компенсация температурных деформаций стальных трубопроводов.
31. Методика технико-экономических расчетов систем теплоснабжения.
32. Эксплуатация тепловых сетей. Организация эксплуатации.  
Диспетчерские пункты.
33. Техника безопасности при эксплуатации тепловых сетей.
34. Пуск и остановка тепловых сетей.
35. Методы обнаружения и ликвидация аварий тепловых сетей.
36. Методы обнаружения и ликвидации аварий.

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Потребности народного хозяйства в тепле и способы их удовлетворения
2. Развитие техники теплоснабжения в России и за рубежом.  
Особенности отечественной техники теплоснабжения.
3. Централизованное теплоснабжение от ТЭЦ. Схема теплофикации.
4. Централизованное теплоснабжение от районной котельной.  
Паровая и водяная системы теплоснабжения.

5. Совместная работа ТЭЦ и пиковых котельных. Теплофикационный коэффициент района.
6. Распределение тепловой нагрузки между турбиной и пиковой котельной ТЭЦ. Когда включается в работу ПКТ.
7. Народнохозяйственное значение централизованного теплоснабжения.
8. Общая характеристика и классификация потребителей тепла.
9. Режимы отпуска тепла при совместной работе ТЭЦ, ПКТ и ПКР.
10. Отопление жилых, общественных и промышленных зданий. Определение тепловых потоков: часовых, годовых и по месяцам.
11. Вентиляция жилых, общественных и промышленных зданий. Определение тепловых потоков: часовых, годовых и по месяцам.
12. Горячее водоснабжение жилых, общественных и промышленных зданий. Определение тепловых потоков: часовых, годовых и по месяцам.
13. Технологическое потребление тепла. Определение тепловых потоков: часовых, годовых и по месяцам.
14. Часовой, суточный и годовой графики теплопотребления на отопление.
15. Часовой, суточный и годовой графики теплопотребления на горячее водоснабжение.
16. Часовой, суточный и годовой графики теплопотребления на вентиляцию.
17. Годовой график отпуска тепла по продолжительности тепловой нагрузки. Число часов использования максимума тепловой нагрузки.
18. Присоединение потребителей к тепловым сетям. Назначение и устройство абонентского ввода закрытых и открытых систем теплоснабжения.
19. Источники тепла и их размещение. Местное и центральное теплоснабжение.
20. Схемы присоединения отопления к водяным ТС.
21. Схемы присоединения ГВ к закрытым водяным ТС.
22. 2-х ступенчатая смешанная схема присоединения отопления и ГВ к водяной тепловой сети. Расход сетевой воды на абонентский ввод.
23. Параллельная схема присоединения отопления и ГВ к водяной тепловой сети. Расход сетевой воды на абонентский ввод.
24. Предвключенная схема присоединения отопления и ГВ к водяным ТС.
25. Схемы присоединения технологических аппаратов к водяным ТС.
26. Присоединение вентиляционных установок к водяным ТС.
27. Присоединение ГВ к открытой схеме теплоснабжения.
28. Достоинства и недостатки закрытых и открытых систем теплоснабжения.
29. Однотрубные водяные системы теплоснабжения. Присоединение потребителей.
30. Закрытые 3-х трубные системы теплоснабжения: их назначение и устройство.

31. Паровые системы теплоснабжения, их назначение и устройство. Отбор пара из турбины через РУ, РОУ на нужды теплоснабжения.
32. Паровые системы теплоснабжения с возвратом конденсата. Подключение отопления к паровым сетям.
33. Подключение систем вентиляции к паровым сетям с возвратом конденсата.
34. Схемы присоединения ГВ к паровым сетям с возвратом конденсата.
35. Паровые системы теплоснабжения без возврата конденсата. Подключение потребителей к ТС.
36. Система регулирования отпуска тепла. Центральное, местное, автоматическое регулирование. Способы регулирования отпуска тепла: качественный, количественный и качественно-количественный.
37. Качественное регулирование отпуска тепла. Температурные графики для отопительной нагрузки.
38. Центральное регулирование отпуска тепла по суммарной нагрузке отопления и ГВ закрытых систем. Повышенный температурный график.
39. Центральное регулирование отпуска тепла по суммарной нагрузке отопления и ГВ открытых систем. Скорректированный температурный график отпуска тепла.
40. Построение графиков расхода тепла, температур и расхода сетевой воды на отопление при качественном регулировании отпуска тепла.
41. Построение графиков расхода тепла, температур и расхода сетевой воды на вентиляцию при качественном регулировании отпуска тепла.
42. Построение графиков расхода тепла, температур и расхода сетевой воды на ГВ при качественном регулировании отпуска тепла закрытых систем теплоснабжения.
43. Построение графиков расхода тепла, температур и расхода сетевой воды на ГВ открытых систем теплоснабжения.
44. Суммарный расход сетевой воды в закрытых и открытых системах теплоснабжения.
45. Выбор теплоносителя и системы теплоснабжения.
46. Гидравлический расчет водяных ТС основные расчетные зависимости.
47. Бланк гидравлического расчета водяных тепловых сетей.
48. Пьезометрический график водяных ТС.
49. Пьезометрический график водяных ТС и методика его построения. Линия статики и невискипания в ТС.
50. Определение параметров сетевых, подпиточных, статических насосов водяных ТС.
51. Основные требования, предъявляемые к режиму давления в водяных ТС.
52. Подключение потребителей тепла к водяным ТС согласно пьезометра.
53. Гидравлический режим ТС с насосными подстанциями.

54. Схема ТС с насосной подстанцией на обратной магистрали.  
 55. Схема ТС с насосной подстанцией на подающей магистрали.  
 56. Гидравлический расчет паропроводов насыщенного и перегретого пара.

57. Гидравлический расчет напорных и эмульсионных конденсатопроводов.

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 теоретических вопроса. Каждый правильный ответ на теоретический вопрос в билете оценивается в 2,5 балла. Максимальное количество набранных баллов – 5. 1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 2 балла и меньше. 2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 3 балла. 3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал 4 балла. 4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 5 баллов.

Зачет проводится по вопросам и заданиям проверяющего. Зачтено ставится если: 1. Студент демонстрирует полное понимание вопросов и заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены. 2. Студент демонстрирует значительное понимание вопросов и заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены. 3. Студент демонстрирует частичное понимание вопросов и заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены. Не зачтено ставится если: 1. Студент демонстрирует небольшое понимание вопросов и заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Студент демонстрирует непонимание вопросов и заданий. 3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, зачет, экзамен
2	Определение расхода теплоты	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, зачет, экзамен
3	Системы теплоснабжения	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, зачет, экзамен
4	Регулирование отпуска теплоты и расчет абонентских вводов	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, зачет, экзамен
5	Гидравлический расчет тепловых сетей	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, зачет, экзамен
6	Оборудование тепловых пунктов	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ, зачет, экзамен

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Теплоснабжение района города [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению практических занятий и курсового проекта по дисциплине "Теплоснабжение" для бакалавров направлений 08.03.01 "Строительство", 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела ; сост. : В. В. Гончар, Д. М. Чудинов, Н. М. Попова. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2022. : ил. : табл. - Библиогр.: с. 33 (10 назв.).

2. Гончар В.В. Теплоснабжение города [Электронный ресурс]: учебное пособие / сост.: В. В. Гончар, Д. М. Чудинов; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж: [б. и.], 2015. - 1 электрон. опт. диск (DVD-RW).

3. Подпоринов Б.Ф. Теплоснабжение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Подпоринов Б.Ф. – Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. – 267 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28404>. – ЭБС «IPRbooks».

4. Сотникова О.А. Теплоснабжение: учеб. пособие: рек. УМО РФ. – М.: АСВ, 2005. – 288 с.

5. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов.- М.: Издательство МЭИ, 1999 г. - 472 с.

6. Исследования гидродинамики тепловых сетей: метод. указания к выполнению лаб. работ по теплоснабжению/ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: В.В. Гончар, Д.М. Чудинов. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 19 с.

7. Теплогазоснабжение многоквартирного жилого дома [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Д.М. Чудинов [и др.].— Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 89 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30849.html>. – ЭБС «IPRbooks»

8. Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов 2-4 курсов бакалавриата направлений 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.03.04 «Градостроительство», 08.03.01 «Строительство» и магистрантов направлений 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.04.04 «Градостроительство», 08.04.01 «Строительство» всех форм обучения/ — Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017.— 89 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72948.html>. — ЭБС «IPRbooks».

9. Атомные станции теплоснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72907.html> .— ЭБС «IPRbooks».

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office Word 2013/2007; Microsoft Office Excel 2013/2007; AutoCAD.

- Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: <http://www.edu.ru>; Образовательный портал ВГТУ.

- Информационные справочные системы: единое окно доступа к образовательным ресурсам – <http://window.edu.ru>; Справочная система ВГТУ – <https://wiki.cchgeu.ru>; Справочная Правовая Система КонсультантПлюс; Электронно-библиотечная система IPRbooks; «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки»; ЭБС Лань; Научная электронная библиотека Elibrary;

- Современные профессиональные базы данных: Национальная информационная система по строительству – <http://www.know-house.ru>; Портал Российской академии архитектуры и строительных наук – <http://www.raasn.ru>; Электронная библиотека строительства – <http://www.zodchii.ws>; Портал АВОК – <https://www.abok.r>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий необходима аудитория, оснащенная лабораторными установками, плакатами, мультимедийным оборудованием и пособиями по профилю.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Тепловые сети» читаются лекции, проводятся

практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета систем горячего водоснабжения и тепловых сетей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>

Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
---------------------------------------	---