



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Теплоэнергетики
_____ С.О. Гапоненко
« 30 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.06.04 Основы проектирования систем теплоснабжения

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(Код и наименование направления подготовки)

Направленность
(профиль) Энергообеспечение предприятий
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Программу разработал:

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений	Доцент, к.т.н., доцент	Бальзамов Д.С.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Кафедра - разработчик «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений»	19.05.2023	12	Зав. каф., д.т.н., проф. Ильин В.К.
Согласована	Выпускающая кафедра «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений»	19.05.2023	12	Зав. каф., д.т.н., проф. Ильин В.К.
Согласована	Учебно-методический совет института Теплоэнергетики	30.05.2023	9	Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института Теплоэнергетики	30.05.2023	9	Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является расширение и углубление теоретических знаний и навыков по основам проектирования систем теплоснабжения предприятий.

Задачами дисциплины являются:

- изучение существующих систем транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии;
- формирование навыков анализировать существующие системы теплоснабжения, их схемы и элементы, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуру с позиций повышения эффективности и энергосбережения;
- освоение методики расчета тепловых нагрузок предприятия (района), гидравлического и теплового расчета тепловых сетей, подбора оборудования;
- формирование способности оформлять текстовую и нормативно-техническую документацию на проекты и их элементы, включая спецификации;
- освоение методики составления и графического оформления трасс, профилей, планов и схем тепловых сетей.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2. Способен разрабатывать проектную и рабочую документацию систем энергообеспечения предприятия	ПК-2.1. Применяет нормативно-правовые акты и методические документы по проектированию систем энергообеспечения предприятия ПК-2.2. Разрабатывает схемы и планы систем энергообеспечения предприятия
ПК-3. Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-3.2. Проектирует систему энергообеспечения предприятия с помощью средств автоматизации

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: Котельные установки и парогенераторы, Тепловые и атомные электрические станции, Теоретические основы теплотехники, Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях, Тепломассообменное оборудование предприятий.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:
Государственная итоговая аттестация.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	7	252	252
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	3,36	121	121
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,89	68	68
Лекции	0,94	34	34
Практические (семинарские) занятия	0,94	34	34
Лабораторные работы	-	0	0
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	5,11	184	184
Проработка учебного материала	2,11	76	76
Курсовой проект	2	72	72
Курсовая работа	-	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	7	252	252
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	2,28	82	82
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,61	22	22
Лекции	0,33	12	12
Практические (семинарские) занятия	0,28	10	10
Лабораторные работы	-	0	0
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	6,39	230	230
Проработка учебного материала	4,14	149	149
Курсовой проект	2	72	72
Курсовая работа	-	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9	9
Промежуточная аттестация:			Э

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	68	10	-	10	48	ТК1	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2
Раздел 2	74	12	-	12	50	ТК2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2
Раздел 3	74	12	-	12	50	ТК3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2
Экзамен	36	-	-	-	36	ОМ	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2
ИТОГО	252	34	-	34	148		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Расчет теплового потребления.

Тема 1.1 Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов.

Современное состояние систем теплоснабжения. Тенденции развития. Открытая и закрытая схема теплоснабжения. Зависимое и независимое подключение абонентов к тепловым сетям.

Тема 1.2 Расчет тепловых нагрузок предприятий и жилых районов

Нагрузка на отопление, горячее водоснабжение, вентиляцию, технологические нужды. Построение графика теплопотребления.

Тема 1.3 Источники систем теплоснабжения. Выбор системы и оборудования. Схема водогрейной котельной, паровой котельной, производственно-отопительной котельной. Схема ТЭС. Выбор котлов и их количества.

Тема 1.4 Расчет потребления топлива на теплоснабжение предприятий и жилых районов.

Расчет годового потребления топлива. Удельные показатели потребления топлива.

Тема 1.5 Методы регулирования тепловой нагрузки.

Качественное, количественное, качественно-количественное регулирование.

Раздел 2. Тепловые сети.

Тема 2.1 Тепловые сети, назначение, состав, классификация.

Типы тепловых сетей. Способы прокладки.

Тема 2.2 Элементы тепловых сетей.

Запорно-регулирующая арматура. Опоры тепловых сетей. Компенсация температурных деформаций.

Тема 2.3 Потери и затраты теплоносителя.

Определение технологических затрат теплоносителя. Определение утечек теплоносителя. Резервирование тепловых сетей.

Тема 2.4 Гидравлический расчет тепловых сетей.

Определение пропускной способности трубопроводов. Выбор стандартизированных трубопроводов. Определение линейных и местных гидравлических сопротивлений при транспортировке теплоносителя.

Тема 2.5 Построение пьезометрических графиков.

Пьезометрический график. Статический, динамический напоры. Выбор и установка насосного оборудования.

Тема 2.6 Тепловая изоляция трубопроводов.

Требования к тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей. Теплоизоляционные материалы, применяемые в системах теплоснабжения. Определение толщины тепловой изоляции для трубопроводов при надземной прокладке, подземной канальной и бесканальной прокладке. Оптимальный выбор теплоизоляционного материала на основе технико-экономических показателей.

Раздел 3. Состав проектной и рабочей документации.

Тема 3.1 Нормативно-технические документы, регламентирующие требования при проектировании тепловых сетей. Этапы проектирования систем теплоснабжения.

Тема 3.2 Составление трасс, профиля, схем и планов тепловых сетей.

Основные требования при трассировке тепловых сетей, составлении планов тепловых сетей в соответствии с НТД.

Тема 3.3 Состав проектной документации

Структура проектной документации. Пример состава документации стадии «П»

Тема 3.4 Состав рабочей документации

Структура рабочей документации. Пример состава документации стадии «Р»

*Тема 3.5 Графические обозначения на схемах и чертежах тепловых сетей.
Условные графические обозначения в соответствии с ГОСТами. Примеры
схем, разрезов тепловых сетей.*

*Тема 3.6 Энергосбережение в системах теплоснабжения
Использование вторичных энергоресурсов. Средств диспетчеризации. Санация
трубопроводов тепловых сетей. Использование современных технологий
очистки теплообменного оборудования на источниках тепловой энергии.*

3.4. Тематический план практических занятий

Занятие 1. Расчет тепловых нагрузок на отопление жилых и производственных зданий.

Занятие 2. Расчет тепловых нагрузок на вентиляцию общественных и производственных зданий.

Занятие 3. Расчет тепловых нагрузок на горячее водоснабжение и технологические нужды зданий.

Занятие 4. Выбор системы теплоснабжения и источников теплоты.

Занятие 5. Расчет годового расхода теплоты и топлива на отопление жилых и производственных зданий.

Занятие 6. Расчет годового расхода теплоты и топлива на вентиляцию общественных и производственных зданий

Занятие 7. Расчет годового расхода теплоты и топлива на горячее водоснабжение жилых и производственных зданий.

Занятие 8. Расчет расхода сетевой воды абонентам.

Занятие 9. Составление расчетной схемы тепловой сети.

Занятие 10. Гидравлический расчет тепловой сети.

Занятие 11. Расчет потерь напора в тепловой сети.

Занятие 12. Построение пьезометрического графика. Выбор насосного оборудования для прокачки теплоносителя.

Занятие 13. Определение толщины тепловой изоляции для трубопроводов тепловой сети при их надземной прокладке.

Занятие 14. Определение толщины тепловой изоляции для трубопроводов тепловой сети при их подземной канальной прокладке.

Занятие 15. Определение толщины тепловой изоляции для трубопроводов тепловой сети при их подземной бесканальной прокладке.

Занятие 16. Трассировка тепловой сети системы теплоснабжения производственно-жилого микрорайона.

Занятие 17. Составление плана тепловой сети системы теплоснабжения производственно-жилого микрорайона. Рабочие чертежи тепловой сети.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Тема курсовых проектов «Разработка системы теплоснабжения производственно-жилого микрорайона». Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и двух листов графической части формата А1. Каждому студенту выдается индивидуальное задание на проектирование системы теплоснабжения, которое содержит количество и тип потребителей тепловой энергии, тип тепловой нагрузки, климатические данные. Всего имеется 50 вариантов исходных данных.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.1	знать: нормативно-правовые акты и методические документы по проектированию систем теплоснабжения				
		Уровень знаний нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения соответствует программе, без ошибок	Уровень знаний нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения соответствует программе, допущены незначительные ошибки	Уровень знаний нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения ниже минимального, имеют место грубые ошибки	Уровень знаний нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения	
		уметь: применять нормативно-правовые акты и методические				

		документы по проектированию систем теплоснабжения				
			Продемонстрированы умения использования нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения в полном объеме без ошибок	Продемонстрированы умения использования нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения с незначительными ошибками	Продемонстрированы умения использования нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения с негрубыми ошибками	При использовании нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения, допущены грубые ошибки
		владеть: навыками применения нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения				
			Продемонстрированы навыки применения нормативно-правовых и методических документов по проектированию систем теплоснабжения в полном объеме без ошибок	Продемонстрированы навыки применения нормативно-правовых и методических документов по проектированию систем теплоснабжения, допущены незначительные ошибки	Продемонстрированы навыки применения нормативно-правовых и методических документов по проектированию систем теплоснабжения, допущены негрубые ошибки	Непродемонстрированы базовые навыки применения нормативно-правовых и методических документов по проектированию систем теплоснабжения, допущены грубые ошибки
ПК-2	ПК-2.2	знать: структуру и принципы функционирования существующих систем теплоснабжения предприятий				
			Уровень знаний структуры и принципов функционирования существующих систем теплоснабжения	Уровень знаний структуры и принципов функционирования существующих систем теплоснабжения	Уровень знаний структуры и принципов функционирования существующих систем теплоснабжения	Уровень знаний структуры и принципов функционирования существующих систем теплоснабжения

			предприятий соответствует программе, без ошибок	ения предприятий соответствующей программе, допущены незначительные ошибки	предприятий минимальной, имеют место негрубые ошибки	предприятий ниже минимального, имеют место грубые ошибки
		уметь: разрабатывать схемы и планы систем транспортировки и распределения тепловой энергии				
			Продемонстрированы умения разрабатывать схемы и планы тепловых сетей в полном объеме без ошибок	Продемонстрированы умения разрабатывать схемы и планы тепловых сетей с незначительными ошибками	Продемонстрированы умения разрабатывать схемы и планы тепловых сетей с негрубыми ошибками	При разработке схем и планов тепловых сетей допущены грубые ошибки
		владеть: навыками разработки схем и планов систем транспортировки и распределения тепловой энергии				
			Продемонстрированы навыки разрабатывать схемы и планы тепловых сетей в полном объеме без ошибок	Продемонстрированы навыки разрабатывать схемы и планы тепловых сетей в полном объеме, допущены незначительные ошибки	Продемонстрированы навыки разрабатывать схемы и планы тепловых сетей в полном объеме, допущены негрубые ошибки	Продемонстрированы навыки разрабатывать схемы и планы тепловых сетей в недостаточном объеме, допущены грубые ошибки
ПК-3	ПК-3.2	знать: средства автоматизации, используемые при проектировании тепловых сетей				
			Уровень знаний средств автоматизации, используемых при проектировании тепловых сетей соответствует программе	Уровень знаний средств автоматизации, используемых при проектировании тепловых сетей соответствует	Уровень знаний средств автоматизации, используемых при проектировании тепловых сетей соответствует программе,	Уровень знаний средств автоматизации, используемых при проектировании тепловых сетей не соответствует программе, допущены

			без ошибок	программе, допущены незначительные ошибки	допущены негрубые ошибки	грубые ошибки
		уметь: использовать средства автоматизации при проектировании систем транспортировки и распределения теплоносителя				
			в полной мере умеет использовать средства автоматизации при проектировании систем транспортировки и распределения теплоносителя	умеет использовать средства автоматизации при проектировании систем транспортировки и распределения теплоносителя, допускает незначительные ошибки	умеет использовать средства автоматизации при проектировании систем транспортировки и распределения теплоносителя, совершает негрубые ошибки	не умеет использовать средства автоматизации при проектировании систем транспортировки и распределения теплоносителя или совершает грубые ошибки
		владеть: средствами автоматизации проектирования тепловых сетей.				
			в полной мере владеет средствами автоматизации тепловых сетей.	владеет средствами автоматизации тепловых сетей, может допускать незначительные ошибки.	владеет средствами автоматизации тепловых сетей, совершает негрубые ошибки	не владеет средствами автоматизации тепловых сетей или совершает грубые ошибки при их применении

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Еремкин А. И. Тепловой режим зданий: учебное пособие для вузов / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — ISBN 978-5-8114-8048-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171407>.

3. Гришкова, А. В. Системы централизованного теплоснабжения : учебное пособие / А. В. Гришкова. — Пермь : ПНИПУ, 2017. — 120 с. — ISBN 978-5-398-01871-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160362>.

5.1.2.Дополнительная литература

1. Ильин В.К. Курсовое проектирование по теплоснабжению предприятий: учебно-методическое пособие / В. К. Ильин, А. М. Гусячкин. - Казань: КГЭУ, 2018. - 150 с. - URL: https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html. - Текст: электронный.

2. Малявина, Е. Г. Строительная теплофизика и микроклимат зданий: учебник / Е. Г. Малявина, О. Д. Самарин. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2018. — 288 с. — ISBN 978-5-7264-1848-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108515>.

3. Посашков, М. В. Энергосбережение в системах теплоснабжения : учебное пособие / М. В. Посашков, В. И. Немченко, Г. И. Титов. — 2-е изд. — Самара: АСИ СамГТУ, 2017. — 152 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/127551>.

4. Соловьева, Е. Б. Теплоснабжение и генераторы теплоты : учебно-методического пособие / Е. Б. Соловьева. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 52 с. — ISBN 978-5-7264-2325-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149228>.

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
6	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

4	"ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ "Читатель", АРМ "Книговыдача"	Система автоматизации библиотек, отвечающая всем международным требованиям, предъявляемым современным библиотечным системам	ГУ здравоохранения "Республиканский медицинский библиотечно-информационный центр" №61/2008 от 17.06.2008 Неискл. право . Бессрочно
5	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей

психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ,

инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим

негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая кафедра)
1	Раздел 2 тема 2.6	29.03.2024	Оптимальный выбор теплоизоляционного материала на основе технико-экономических показателей.		

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Основы проектирования систем теплоснабжения

Направление подготовки _____ 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника _____

Квалификация _____ Бакалавр _____
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-2	ПК-2.1	знать: нормативно-правовые акты и методические документы по проектированию систем теплоснабжения				
			Уровень знаний нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения соответствует программе, без ошибок	Уровень знаний нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения соответствует программе, допущены незначительные ошибки	Уровень знаний нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения ниже минимального, имеют место грубые ошибки	Уровень знаний нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения
		уметь: применять нормативно-правовые акты и методические документы по проектированию систем теплоснабжения				
			Продемонстрированы умения использования нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения	Продемонстрированы умения использования нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения	Продемонстрированы умения использования нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения	При использовании нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения, допущены

			ения в полном объеме без ошибок	ения с незначительными ошибками	ения с негрубыми ошибками	грубые ошибки
		владеть: навыками применения нормативно-правовых актов и методических документов по проектированию систем теплоснабжения				
			Продемонстрированы навыки применения нормативно-правовых и методических документов по проектированию систем теплоснабжения в полном объеме без ошибок	Продемонстрированы навыки применения нормативно-правовых и методических документов по проектированию систем теплоснабжения, допущены незначительные ошибки	Продемонстрированы навыки применения нормативно-правовых и методических документов по проектированию систем теплоснабжения, допущены негрубые ошибки	Непродемонстрированы базовые навыки применения нормативно-правовых и методических документов по проектированию систем теплоснабжения, допущены грубые ошибки
ПК-2	ПК-2.2	знать: структуру и принципы функционирования существующих систем теплоснабжения предприятий				
			Уровень знаний структуры и принципов функционирования существующих систем теплоснабжения предприятий соответствует программе, без ошибок	Уровень знаний структуры и принципов функционирования существующих систем теплоснабжения предприятий соответствует программе, допущены незначительные ошибки	Уровень знаний структуры и принципов функционирования существующих систем теплоснабжения предприятий минимальный, имеют место негрубые ошибки	Уровень знаний структуры и принципов функционирования существующих систем теплоснабжения предприятий ниже минимального, имеют место грубые ошибки
		уметь: разрабатывать схемы и планы систем транспортировки и распределения тепловой энергии				
			Продемонстрированы умения разрабатывать схемы и	Продемонстрированы умения разрабатывать схемы и	Продемонстрированы умения разрабатывать схемы и	При разработке схем и планов тепловых

			планы тепловых сетей в полном объеме без ошибок	планы тепловых сетей с незначительными ошибками	планы тепловых сетей с негрубыми ошибками	сетей допущены грубые ошибки
		владеть: навыками разработки схем и планов систем транспортировки и распределения тепловой энергии				
			Продемонстрированы навыки разрабатывать схемы и планы тепловых сетей в полном объеме без ошибок	Продемонстрированы навыки разрабатывать схемы и планы тепловых сетей в полном объеме, допущены незначительные ошибки	Продемонстрированы навыки разрабатывать схемы и планы тепловых сетей в полном объеме, допущены негрубые ошибки	Продемонстрированы навыки разрабатывать схемы и планы тепловых сетей в недостаточном объеме, допущены грубые ошибки
ПК-3	ПК-3.2	знать: средства автоматизации, используемые при проектировании тепловых сетей				
			Уровень знаний средств автоматизации, используемых при проектировании тепловых сетей соответствует программе без ошибок	Уровень знаний средств автоматизации, используемых при проектировании тепловых сетей соответствует программе, допущены незначительные ошибки	Уровень знаний средств автоматизации, используемых при проектировании тепловых сетей соответствует программе, допущены негрубые ошибки	Уровень знаний средств автоматизации, используемых при проектировании тепловых сетей не соответствует программе, допущены грубые ошибки
		уметь: использовать средства автоматизации при проектировании систем транспортировки и распределения теплоносителя				
			в полной мере умеет использовать средства автоматизации при проектировании систем транспортировки и	умеет использовать средства автоматизации при проектировании систем транспортировки и распределе	умеет использовать средства автоматизации при проектировании систем транспортировки и распределен	не умеет использовать средства автоматизации при проектировании систем транспортировки и распределени

			распределен ия теплоносит ля	ния теплоносит еля, допускает незначитель ные ошибки	ия теплоносит ля, совершает негрубые ошибки	я теплоносител я или совершает грубые ошибки
владеть: средствами автоматизации проектирования тепловых сетей.						
			в полной мере владеет средствами автоматизац ии тепловых сетей.	владеет средствами автоматиза ции тепловых сетей, может допускать незначитель ные ошибки.	владеет средствами автоматизац ии тепловых сетей, совершает негрубые ошибки	не владеет средствами автоматизац ии тепловых сетей или совершает грубые ошибки при их применении

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание) с незначительными ошибками;*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ с грубыми ошибками и не в полном объеме; при ответе на вопросы билета (теоретическое или практическое задание) допускает грубые ошибки.*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ с грубыми ошибками, не продемонстрированы знания, сформированные умения и навыки.*

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Практическое	Средство оценки умения применять полученные	Комплект задач и

задание (ПЗ)	теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	заданий
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины
Курсовой проект (КП)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Примеры заданий

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-2. Способен разрабатывать проектную и рабочую документацию систем энергообеспечения предприятия (ПК-2.1. Применяет нормативно-правовые акты и методические документы по проектированию систем энергообеспечения предприятия; ПК-2.2. Разрабатывает схемы и планы систем энергообеспечения предприятия), ПК-3. Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-3.2. Проектирует систему энергообеспечения предприятия с помощью средств автоматизации)

Вопросы для проведения письменного опроса ТК1:

1. Охарактеризуйте открытые и закрытые системы теплоснабжения. В каких случаях они используются?
2. Охарактеризуйте зависимое и независимое подключение абонентов к тепловым сетям.
3. Опишите методику расчета нагрузки на отопление зданий.
4. Опишите методику расчета нагрузки на вентиляцию общественных и производственных зданий.

5. Опишите методику расчета нагрузки на горячее водоснабжение и технологические нужды абонентов.
6. Опишите схему работы водогрейной котельной.
7. Опишите схему работы паровой котельной.
8. Опишите схему работы производственно-отопительно (паро-водогрейной) котельной.
9. Опишите схему отпуска тепловой энергии от ТЭЦ.
10. Опишите методику подбора котлов.
11. Опишите методику определения годового расхода топлива на выработку тепловой энергии.
12. Охарактеризуйте качественный и количественный метод регулирования тепловых нагрузок.

Практическое задание ТК1

Примеры практических заданий:

Задача 1

Определите расчетную тепловую нагрузку горячего водоснабжения жилого дома при условиях: количество жильцов 520 человек, норма расхода горячей воды с температурой 65°C составляет 105 л в сутки на человека.

Задача 2

Определить годовой расход теплоты на отопление жилого здания при условиях: расчетный тепловой поток на отопление здания составляет 35 000 Вт; средняя температура наружного воздуха за отопительный период $-5,7^{\circ}\text{C}$; расчетная температура наружного воздуха -32°C ; продолжительность отопительного периода 218 суток.

Задача 3

Определить отопительно-вентиляционную нагрузку молокозавода (см. рисунок 1). Наружный объем зданий приведен в таблице. Расчетные температуры: наружного воздуха для расчета отопления -30°C , для расчета вентиляции -18°C , средняя внутреннего воздуха в зданиях $+18^{\circ}\text{C}$.

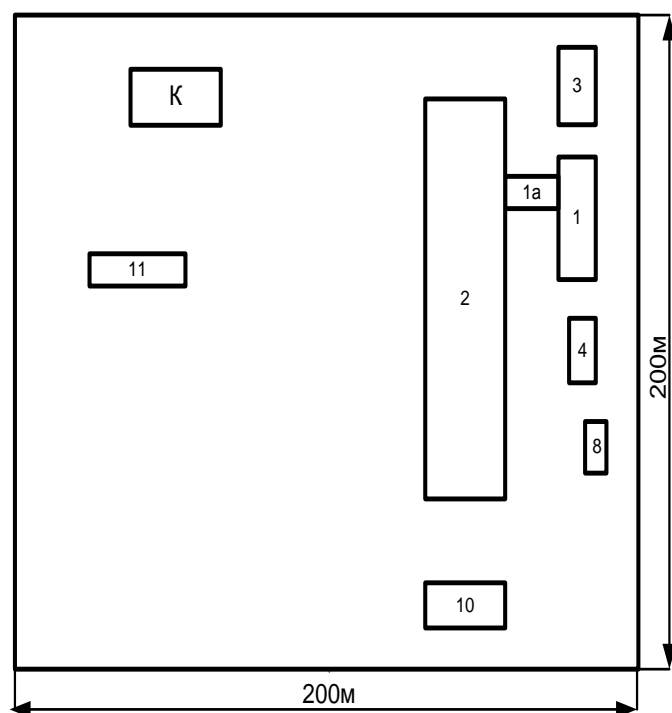


Рис. 1. План предприятия

1 - административно-бытовой корпус; 1a - надземная галерея; 2 - главный производственный корпус; 3 - гаражи для грузового транспорта; 4 - контрольно-пропускной пункт; 8 - гаражи для легковых автомобилей; 10 - материальный склад; 11 - столярная.

Таблица 1. Строительный объем здания

Здание №	Строительный объем, тыс.м ³
1	4,5
1a	0,32
2	38,5
3	2,56
4	0,18
8	0,264
10	6,05
11	0,575

Таблица 2. Удельные тепловые характеристики зданий

Здания	V_n , тыс. м ³	Удельные тепловые характеристики, Вт/(м ³ ·°С)		
		отопительные	вентиляционные	
		$q_{от}$	$q_{в}$	
Жилые здания, гостиницы, общежития	0,5	0,76	Не учитывается	
	1	0,58	То же	
	3	0,49	"	
	5	0,44	"	
Административные здания	□ ₅	0,50	0,10	
Клубы	□ ₅	0,43	0,29	
Кинотеатры	□ ₅	0,42	0,50	
Магазины	□ ₅	0,44	Не учитывается	
Детские сады и ясли	□ ₅	0,44	0,13	
Школы	□ ₅	0,45	0,10	
Поликлиники	□ ₅	0,47	Не учитывается	
Больницы	□ ₅	0,47	0,34	
Бани	□ ₅	0,33	1,16	
Столовые	□ ₅	0,41	0,81	
Ремонтные мастерские	5...10	0,7...0,6	0,23...0,17	
Гаражи	3	0,70	Не учитывается	
	5	0,64	0,81	
Кормоцехи, цехи по переработке продукции	□ ₅	0,98...0,43	0,78...0,80	
Помещения для содержания крупного рогатого скота:				
	молодняка	□ ₁₀	0,291	1,396
взрослых животных	□ ₁₀	0,174	1,047	
Помещения для содержания свиней:				
	молодняка	□ ₅	0,407	1,280
	взрослых животных	□ ₅	0,174	1,105
Овчарни	□ ₁₀	0,105	0,640	
Помещения для содержания птицы	□ ₁₀	0,756	1,396	

Курсовой проект (КП) (раздел 1) ТК1

В КП всего 50 комплектов исходных данных. Каждому студенту выдается задание на проектирование системы теплоснабжения производственно-жилого

микрорайона в соответствии с климатическими условиями, спецификой работы предприятий, характеристикой жилых зданий, расположением источника теплоснабжения и потребителей тепловой энергии на плане. Каждому студенту выдается индивидуальный вариант задания на курсовое проектирование.

В первом разделе необходимо выполнить следующие пункты КП:

1. Определить тепловые нагрузки абонентов.
2. Выбрать схему теплоснабжения.
3. Подобрать источник тепловой энергии.
4. Определить годовой расход топлива на теплоснабжение потребителей.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-2. Способен разрабатывать проектную и рабочую документацию систем энергообеспечения предприятия (ПК-2.1. Применяет нормативно-правовые акты и методические документы по проектированию систем энергообеспечения предприятия; ПК-2.2. Разрабатывает схемы и планы систем энергообеспечения предприятия), ПК-3. Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-3.2. Проектирует систему энергообеспечения предприятия с помощью средств автоматизации)

Вопросы для проведения письменного опроса ТК2

1. Опишите типы тепловых сетей.
2. Опишите способы прокладки тепловых сетей.
3. Опишите типы запорно-регулирующей арматуры, применяемой в тепловых сетях.
4. Опишите типы опор, используемых при прокладке тепловых сетей.
5. Опишите методы компенсации температурной деформации в трубопроводах тепловых сетей.
6. Опишите методику определения технологических затрат теплоносителя.
7. Опишите методы резервирования тепловых сетей.
8. Опишите алгоритм гидравлического расчета тепловых сетей.
9. Опишите методику определения местных и линейных сопротивлений при транспортировке теплоносителя.
10. Опишите алгоритм построения пьезометрического графика работы тепловой сети (ответ дополните графиком).
11. Перечислите основные требования к теплоизоляционным материалам для трубопроводов тепловых сетей.
12. Изложите основные шаги расчета толщины тепловой изоляции при надземной прокладке трубопроводов тепловых сетей.
13. Изложите основные шаги расчета толщины тепловой изоляции при подземной канальной прокладке трубопроводов тепловых сетей.
14. Изложите основные шаги расчета толщины тепловой изоляции при

подземной бесканальной прокладке трубопроводов тепловых сетей.

Практическое задание ТК2

Примеры практических заданий:

Задача 1

Определить диаметры трубопроводов и действительные потери давления на участках двухтрубной водяной открытой тепловой сети (рис. 1). Отопительные установки абонентов присоединены к тепловой сети по зависимой схеме через элеватор.

Тепловые нагрузки абонентов составляют, МВт:

максимальная отопительно-вентиляционная $Q_{ов}$: $Q_{ов1} = 1,8$, $Q_{ов2} = 3,4$,
 $Q_{ов3} = 2,9$, $Q_{ов4} = 3,9$;

средненедельная на горячее водоснабжение и технологические нужды $Q_{гт}$:

Коэффициент неравномерности расхода теплоты на горячее водоснабжение и технологические нужды $\beta = 2,0$.

Температура теплоносителя, °С: в подающем трубопроводе $t_{п} = 115$ °С, в обратном – $t_{о} = 70$ °С, для систем горячего водоснабжения и технологических установок $t_{г} = t_{т} = 60$ °С.

Длина участков с одинаковым расходом теплоносителя: II = 60 м, III = 65 м, III = 80 м, IV = 90 м, IV = 40 м. Напор на всех абонентских вводах одинаков.

Задача 2

По условиям задания и результатам расчетов задачи 2 определить диаметры трубопроводов и действительные потери давления на участках двухтрубной водяной открытой тепловой сети (см.рис.1). Отопительные установки абонентов присоединены к тепловой сети по зависимой схеме через элеватор.

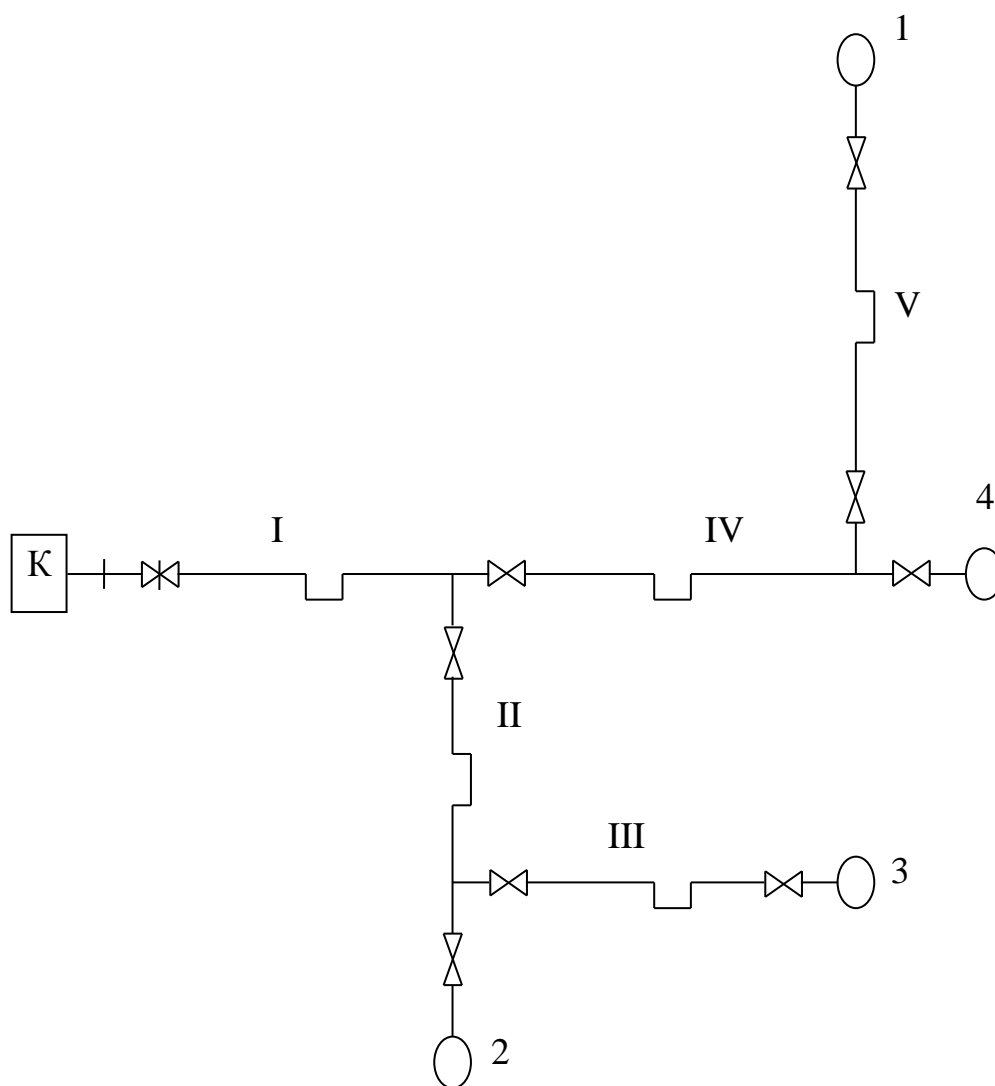


Рис. Схема тепловой сети

Задача 3

Для участка двухтрубной надземной водяной тепловой сети длиной 80 м, работающей в течение года, определить экономически целесообразную толщину теплоизоляции, выполненной из полуцилиндров пенопластовых марки ФРП-1 (плотность конструкции 100 кг/м³), удельные потери теплоты трубопроводами и падение температуры теплоносителя на длине участка. Наружный диаметр обеих труб 194 мм, расход теплоносителя 43,1 кг/с. Среднегодовая температура теплоносителя в подающем трубопроводе 65 °С, в обратном – 50 °С. Среднегодовая расчетная скорость ветра $v_{\text{расч}} = 5,7$ м/с. Среднегодовая температура наружного воздуха $t_{\text{о}} = +2,7$ °С.

Курсовой проект (КП) (раздел 2) ТК2

В КП всего 50 комплектов исходных данных. Каждому студенту выдается задание на проектирование системы теплоснабжения производственно-жилого микрорайона в соответствии с климатическими условиями, спецификой работы предприятий, характеристикой жилых зданий, расположением источника

теплоснабжения и потребителей тепловой энергии на плане. Каждому студенту выдается индивидуальный вариант задания на курсовое проектирование.

Во втором разделе необходимо выполнить следующие пункты КП:

1. Выполнить трассировку тепловых сетей производственно-жилого микрорайона.
2. Выполнить гидравлический расчет трубопроводов.
3. Подобрать сетевые насосы.
4. Подобрать оптимальный вариант теплоизоляционной конструкции для трубопроводов тепловых сетей (учитывая требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам для трубопроводов тепловых сетей и способ их прокладки). Рассчитать толщину тепловой изоляции.

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-2. Способен разрабатывать проектную и рабочую документацию систем энергообеспечения предприятия (ПК-2.1. Применяет нормативно-правовые акты и методические документы по проектированию систем энергообеспечения предприятия; ПК-2.2. Разрабатывает схемы и планы систем энергообеспечения предприятия), ПК-3. Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-3.2. Проектирует систему энергообеспечения предприятия с помощью средств автоматизации)

Вопросы для проведения письменного опроса ТКЗ

1. Перечислите основные НДТ, которыми следует руководствоваться при проектировании тепловых сетей.
2. Опишите основные этапы проектирования системы теплоснабжения производственно-жилых районов.
3. Перечислите и опишите основные требования при трассировке тепловых сетей.
4. Опишите основные требования к составлению планов тепловых сетей в соответствии с НТД.
5. Перечислите основные разделы проектной документации системы теплоснабжения.
6. Перечислите основные разделы рабочей документации при проектировании системы теплоснабжения.
7. Перечислите основные НДТ, которыми необходимо руководствоваться при составлении графической части проектной документации (требования к условным обозначениям).
8. Опишите типовые мероприятия по повышению энергетической эффективности в системах теплоснабжения.

9. Опишите современные методы санации трубопроводов тепловых сетей.
10. Опишите современные методы диагностики тепловых сетей.
11. Опишите методы очистки теплообменного оборудования на источниках тепловой энергии.

Практическое задание ТКЗ

Примеры практических заданий:

Задача 1

Составить схему тепловых сетей по данным задачи 2 (Раздел 2). Прокладка теплопроводов на I, II, IV участках – подземная, на III и V – наземная.

Задача 2

Подобрать теплоутилизатор и калориферы для приточно-вытяжной системы вентиляции производственного помещения.

Исходные данные: Воздухообмен в помещении составляет $L = 28980 \text{ м}^3/\text{час} = 8,05 \text{ м}^3/\text{сек}$; расчетная температура наружного воздуха составляет $t_n = -30 \text{ }^\circ\text{C}$; расчетная температура воздуха внутри цеха $t_w = 17 \text{ }^\circ\text{C}$; температура вытяжного воздуха $t_{\text{выт}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для предотвращения замерзания конденсата в каналах теплоутилизатора требуется предварительный подогрев приточного наружного воздуха от t_n до $t_1 = -7 \text{ }^\circ\text{C}$.

Курсовой проект (КП) (раздел 3) ТКЗ

В КП всего 50 комплектов исходных данных. Каждому студенту выдается задание на проектирование системы теплоснабжения производственно-жилого микрорайона в соответствии с климатическими условиями, спецификой работы предприятий, характеристикой жилых зданий, расположением источника теплоснабжения и потребителей тепловой энергии на плане. Каждому студенту выдается индивидуальный вариант задания на курсовое проектирование.

В третьем разделе необходимо выполнить следующие пункты КП:

1. Начертить схему тепловой сети в соответствии с требованиями НТД.
2. Начертить план тепловой сети в соответствии с требованиями НТД.
3. Оформить расчетно-пояснительную записку в соответствии с требованиями, предъявляемыми к курсовым проектам.

Для промежуточной аттестации:

Теоретические вопросы

1. Основные элементы системы теплоснабжения. Группы потребителей тепловой энергии.
2. Определение сезонных нагрузок теплоснабжения.
3. Определение круглогодичных нагрузок теплоснабжения.
4. Присоединение потребителей тепловой энергии к тепловым сетям.
5. Построение графика продолжительности тепловых нагрузок.
6. Методы регулирования тепловой нагрузки.

7. График температур теплоносителя в тепловой сети.
8. Выбор системы теплоснабжения и источника тепловой энергии.
Классификация котлов.
9. Определение годового расхода топлива.
10. Принципиальная схема и принцип работы водогрейной котельной.
11. Принципиальная схема и принцип работы паровой котельной.
12. Принципиальная схема и принцип работы паро-водогрейной котельной.
13. Принципиальная схема и принцип работы ТЭС.
14. Какие параметры влияют на значение точки росы уходящих газов источника теплоты.
15. Конфигурация тепловых сетей.
16. Основные требования трассировки тепловых сетей.
17. Способы прокладки тепловых сетей.
18. Потери и затраты теплоносителя.
19. Трубы и детали трубопроводов тепловых сетей.
20. Запорная арматура тепловых сетей. Задвижки, клапаны.
21. Опоры тепловых сетей.
22. Компенсаторы тепловых сетей.
23. Вспомогательное оборудование тепловых сетей.
24. Параметры выбора теплоизоляционных конструкций тепловых сетей.
Основные требования.
25. Характеристика и область применения теплоизоляционных прошивных матов. Привести примеры.
26. Навивные и вырезные цилиндры из каменной ваты. Область применения, характеристика.
27. Тепловая изоляция на основе пенополиуретана (ППУ). Область применения, характеристика, особенности эксплуатации.
28. Определение толщины тепловой изоляции при надземной прокладке трубопроводов тепловых сетей.
29. Определение толщины тепловой изоляции при подземной канальной прокладке трубопроводов тепловых сетей.
30. Определение толщины тепловой изоляции при подземной бесканальной прокладке трубопроводов тепловых сетей.
31. Состав рабочей документации и комплекта рабочих чертежей тепловых сетей.
32. Нормативные документы, регламентирующие графические обозначения при проектировании тепловых сетей.
33. Какая информация указывается на плане тепловых сетей.
34. Какая информация указывается на схеме тепловых сетей.
35. Какая информация указывается на поперечных разрезах тепловых сетей.
Привести примеры разрезов.
36. Какая информация указывается на продольных профилях тепловых сетей.
37. Какая информация указывается на планах и разрезах узлов трубопроводов тепловых сетей.

38. Что из себя представляет спецификация оборудования, изделий и материалов.
39. Энергосберегающие мероприятия в системах теплоснабжения.
40. Преимущества и недостатки открытых и закрытых систем теплоснабжения.
41. Схема независимого присоединения системы отопления к тепловым сетям.
42. Схема зависимого присоединения системы отопления к тепловым сетям.