

**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
«Автономное теплоснабжение»

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 _____ Н.М. Попова

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

Целью изучения дисциплины «Автономное теплоснабжение» является научить студентов: правильно понимать задачи, стоящих перед специалистами при разработке, монтаже и эксплуатации автономных систем теплоснабжения с учетом экологической, топливно-энергетической и экономической ситуации в стране, уровня и перспектив развития отрасли и экономики страны

1.2. Задачи освоения дисциплины

Рассмотрение процессов и систем производства тепловой энергии, транспортировки, современных технических решений, принципов обоснования тепловых схем и конструкций, методов расчета.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Автономное теплоснабжение» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Автономное теплоснабжение» 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-6 - Способен обеспечить и контролировать эксплуатацию котельных, тепловых и газовых сетей

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	<i>знать</i> Нормативно-техническую документацию в области проектирования автономных источников теплоснабжения
	<i>уметь</i> Осуществлять выбор основного и вспомогательного оборудования автономных источников теплоснабжения. Проводить поверочные и конструктивные расчеты оборудования.
	<i>владеть</i> методиками теплового, аэродинамического, гидравлического расчета
ПК-6	<i>знать</i> нормативно-техническую документацию в области эксплуатации и обслуживания автономных источников теплоснабжения

	<i>уметь</i> осуществлять контроль эксплуатационных параметров автономных источников теплоснабжения
	<i>владеть</i> методиками расчетов фактических эксплуатационных показателей автономных источников теплоснабжения

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Автономное теплоснабжение» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	63	63
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	45	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
Аудиторные занятия (всего)	22	22
В том числе:		
Лекции	10	10
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Самостоятельная работа	149	149
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

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.	СРС	Всего, час
1	Тепловые сети. Структура, состав, оборудование.	Общие сведения о системе теплоснабжения. Состав, классификация. Схемы тепловых сетей. Типы и конструкции надземной прокладки тепловых сетей. Типы и конструкции подземной канальной прокладки тепловых сетей. Конструкции тепловых камер. Бесканальная прокладка тепловой сети. Тепловая изоляция тепловых сетей и теплоизоляционные конструкции. Подвижные опоры тепловых сетей. Неподвижные опоры тепловых сетей. Радиальные устройства компенсации температурных удлинений тепловых сетей. Осевые устройства компенсации температурных удлинений тепловых сетей. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы присоединения подогревателей горячего водоснабжения.	6	6	10	22
2	Тепловые нагрузки потребителей	Расчет максимальных тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию. Определение средних тепловых нагрузок на горячее водоснабжение. Расчет средних тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию. Определение годовых тепловых нагрузок системы теплоснабжения.	6	6	10	22
3	Гидравлический расчет сетей	Гидравлический расчет водяных тепловых сетей. Гидравлический расчет паровых сетей. Гидравлический расчет конденсатопроводов.	6	6	10	22
4	Расчет и выбор оборудования тепловых сетей	Тепловой расчет сети. Алгоритм выбора компенсаторов.	6	6	10	22
5	Теплогенераторы автономных систем теплоснабжения	Теплогенерирующие установки (основные определения, основное и вспомогательное оборудование). Водогрейные котлоагрегаты (классификация, обозначения, устройство). Паровые котлоагрегаты (классификация, обозначения, устройство). Пароперегреватели котельных агрегатов. Экономайзеры котельных агрегатов. Воздухонагреватели котельных агрегатов. Обмуровка котлоагрегатов. Арматура и гарнитура котла. Циркуляция воды в котлах. Классификация поверхностей нагрева котла.	6	6	12	24
6	Теплогенерирующие установки и вспомогательное оборудование	Выбор типа, числа и мощности котлов. Тепловые схемы ТГУ. Схема производственно-отопительной котельной. Тепловой баланс котлоагрегата. Показатели качества воды. Следствия отклонения параметров водно-химического режима ТГУ. Методы докотловой обработки воды. Фильтрация и коагуляция. Внутрикотловая	6	6	11	23

		обработка воды. Деаэрация. Топливное хозяйство ТГУ на газообразном топливе. Топливное хозяйство ТГУ на мазуте.				
Итого			36	36	63	135

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Тепловые сети. Структура, состав, оборудование.	Общие сведения о системе теплоснабжения. Состав, классификация. Схемы тепловых сетей. Типы и конструкции надземной прокладки тепловых сетей. Типы и конструкции подземной канальной прокладки тепловых сетей. Конструкции тепловых камер. Бесканальная прокладка тепловой сети. Тепловая изоляция тепловых сетей и теплоизоляционные конструкции. Подвижные опоры тепловых сетей. Неподвижные опоры тепловых сетей. Радиальные устройства компенсации температурных удлинений тепловых сетей. Осевые устройства компенсации температурных удлинений тепловых сетей. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы присоединения подогревателей горячего водоснабжения.	2	2	24	28
2	Тепловые нагрузки потребителей	Расчет максимальных тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию. Определение средних тепловых нагрузок на горячее водоснабжение. Расчет средних тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию. Определение годовых тепловых нагрузок системы теплоснабжения.	2	2	24	28
3	Гидравлический расчет сетей	Гидравлический расчет водяных тепловых сетей. Гидравлический расчет паровых сетей. Гидравлический расчет конденсатопроводов.	2	2	24	28
4	Расчет и выбор оборудования тепловых сетей	Тепловой расчет сети. Алгоритм выбора компенсаторов.	2	2	26	30
5	Теплогенераторы автономных систем теплоснабжения	Теплогенерирующие установки (основные определения, основное и вспомогательное оборудование). Водогрейные котлоагрегаты (классификация, обозначения, устройство). Паровые котлоагрегаты (классификация, обозначения, устройство). Пароперегреватели котельных агрегатов. Экономайзеры котельных агрегатов. Воздухоподогреватели котельных агрегатов. Обмуровка котлоагрегатов. Арматура и гарнитура котла. Циркуляция воды в котлах. Классификация поверхностей нагрева котла.	2	2	26	30
6	Теплогенерирующие установки и вспомогательное оборудование	Выбор типа, числа и мощности котлов. Тепловые схемы ТГУ. Схема производственно-отопительной котельной. Тепловой баланс котлоагрегата. Показатели качества воды. Следствия	-	2	25	27

		отклонения параметров водно-химического режима ТГУ. Методы докотловой обработки воды. Фильтрация и коагуляция. Внутрикотловая обработка воды. Деаэрация. Топливное хозяйство ТГУ на газообразном топливе. Топливное хозяйство ТГУ на мазуте.				
Итого			10	12	149	171

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 7 семестре для очной формы обучения, в 9 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Теплоснабжение стройплощадки электростанции».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- научиться проводить расчеты тепловых нагрузок потребителей теплоты в соответствии с действующими нормами;
- научиться проводить гидравлический и тепловой расчет автономных источников теплоснабжения с теплоносителем вода и пар;
- по результатам расчетов подбирать теплотехническое оборудование и режимы его работы.

Курсовой проект включают 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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1		Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
	Уметь:	Курсовой проект	Выполнено	Тестирование не

	<p>Производить расчет тепловых нагрузок потребителей.</p> <p>Производить расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы теплоснабжения.</p> <p>Производить гидравлический расчет систем водяного и парового теплоснабжения.</p> <p>Составлять планы сетей и их монтажные схемы.</p>	Тестирование	тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается.	выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
	<p>Владеть: Методиками расчета автономных систем теплоснабжения. Современной нормативной документацией в области автономного теплоснабжения.</p>	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
ПК-6	<p>Знать: Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования систем автономного теплоснабжения.</p> <p>Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета и основы проектирования систем автономного теплоснабжения.</p> <p>Структуру и состав оборудования для транспортировки теплоносителя потребителям в системах автономного теплоснабжения.</p>	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
	<p>Уметь: Производить расчет тепловых нагрузок потребителей.</p> <p>Производить</p>	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения

	расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы теплоснабжения. Производить гидравлический расчет систем водяного и парового теплоснабжения. Составлять планы сетей и их монтажные схемы.		соблюдается.	проекта.
	Владеть: Методиками расчета автономных систем теплоснабжения. Современной нормативной документацией в области автономного теплоснабжения.	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения, 9 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать: Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования систем автономного теплоснабжения. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета и основы проектирования систем автономного теплоснабжения. Структуру и состав оборудования для транспортировки теплоносителя потребителям в системах автономного теплоснабжения.	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
	Уметь: Производить	КП Экзамен	Студент защитил КП на	Студент защитил КП на	Студент защитил КП на	Студент защитил КП на

	<p>расчет тепловых нагрузок потребителей. Производить расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы теплоснабжения. Производить гидравлический расчет систем водяного и парового теплоснабжения. Составлять планы сетей и их монтажные схемы.</p>		<p>положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.</p>	<p>положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.</p>
	<p>Владеть: Методиками расчета автономных систем теплоснабжения. Современной нормативной документацией в области автономного теплоснабжения.</p>	<p>КП Экзамен</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.</p>
ПК-6	<p>Знать: Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования систем автономного теплоснабжения. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета и основы проектирования систем автономного теплоснабжения. Структуру и состав оборудования для транспортировки теплоносителя потребителям в системах автономного теплоснабжения.</p>	<p>КП Экзамен</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.</p>
	<p>Уметь: Производить расчет тепловых нагрузок потребителей. Производить расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы теплоснабжения. Производить гидравлический расчет систем водяного и парового теплоснабжения. Составлять планы сетей и их монтажные схемы.</p>	<p>КП Экзамен</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.</p>
	<p>Владеть: Методиками</p>	<p>КП Экзамен</p>	<p>Студент защитил КП на</p>	<p>Студент защитил КП на</p>	<p>Студент защитил КП на</p>	<p>Студент защитил КП на</p>

	расчета автономных систем теплоснабжения. Современной нормативной документацией в области автономного теплоснабжения.		положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
--	---	--	--	---	--	---

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные 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. Интегрированные в здания АИТ по условиям размещения не бывают:

- а) надстроенные
- б) пристроенные
- в) встроенные
- г) крышные.

2. По назначению АИТ не бывают:

- а) отопительные
- б) отопительно-производственные
- в) производственные
- г) промышленные

3. Не допускается размещать крышные АИТ над производственными помещениями категорий по взрывопожарной и пожарной опасности:

- а) А
- б) А и Б
- в) В и Г
- г) Б

4. Устройство крышных АИТ в мансардной или чердачной части здания:

- а) допускается
- б) допускается только на газообразном топливе
- в) не допускается
- г) допускается при условии наличия собственных ограждающих конструкций АИТ

5. Расстояние от стены здания котельной пристроенного АИТ до ближайшего окна на стене здания должно быть по горизонтали не менее:

- а) 1 м
- б) 4 м
- в) 2 м
- г) 3 м

6. Пол АИТ должен иметь гидроизоляцию, рассчитанную на высоту залива водой:

- а) не более 15 см
- б) до 10 см

- в) 15 см
- г) до 20 см

7. Минимальная высота помещения АИТ от отметки чистого пола до низа выступающих конструкций перекрытия (в свету) должна быть:

- а) не менее 2,5 м
- б) не более 4 м
- в) не менее 2 м
- г) не нормируется

8. Единичная вместимость резервуаров жидкого топлива:

- а) 25 м³
- б) не нормируется
- в) 50 м³
- г) 75 м³

9. В пристроенных, встроенных и крышных АИТ производственных зданий разрешается вводить газопровод давлением:

- а) до 0,6 МПа включительно
- б) до 0,3 МПа включительно
- в) до 0,2 МПа включительно
- г) до 0,8 МПа включительно

10. При гидравлическом расчете надземных и внутренних газопроводов низкого давления АИТ следует принимать скорость движения газа:

- а) не более 7 м/с
- б) не менее 3 м/с
- в) не более 15 м/с
- г) не менее 5 м/с

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Продувочные и сбросные газопроводы от ГРПШ следует выводить наружу в места, где обеспечиваются безопасные условия для рассеивания газа, выше карниза крыши здания АИТ:

- а) не более чем на 5 м
- б) не менее чем на 1,5 м
- в) не менее чем на 2 м
- г) не менее чем на 1 м

2. Выбор тягодутьевых машин следует проводить с учетом коэффициентов запасов:

- а) по давлению 1,1, по производительности 1,2
- б) по давлению 1,2, по производительности 1,1
- в) по давлению и по производительности 1,1
- г) по давлению и по производительности 1,2

3. Скорость дымовых газов на выходе из дымовой трубы при естественной тяге и номинальной нагрузке принимают

- а) не менее 6–10 м/с
- б) не менее 6 м/с

- в) не менее 5 м/с
- г) не более 10 м/с

4. Высота устья дымовых труб для встроенных, пристроенных и крышных АИТ должна быть над кровлей более высокой части здания или самого высокого здания в радиусе 10 м:

- а) не менее 2 м
- б) не менее 1 м
- в) не нормируется
- г) не менее 1,5 м

5. При проектировании системы отопления и вентиляции в помещениях АИТ без постоянного присутствия обслуживающего персонала расчетную температуру воздуха в помещении в холодный период года принимают:

- а) не ниже 5 °С
- б) не ниже 15 °С
- в) не ниже 10 °С
- г) не ниже 18 °С

6. Воздухообмен в АИТ должен быть:

- а) не более трехкратного в 1 ч.
- б) не менее трехкратного в 1 ч.
- в) не менее двухкратного в 1 ч.
- г) не менее однократного в 1 ч.

7. Наружный объем здания составляет 25000 м³, расчетная температура для проектирования отопления - 30 °С, температура внутреннего воздуха 18 °С, удельная отопительная характеристика здания = 0,3 кДж/(м³·ч·°С), коэффициент $k_{тп}=1,05$, $\alpha=1,15$. Максимальная тепловая нагрузка системы отопления здания составит:

- а) 0,855 МВт
- б) 0,633 МВт
- в) 0,928 МВт
- г) 0,435 МВт

8. Наружный объем склада ГСМ составляет 15000 м³, расчетная температура для проектирования вентиляции - 20 °С, температура внутреннего воздуха 16 °С. $\alpha=0,31$ кДж/(м³·ч·°С), коэффициент $\alpha=1,1$. Максимальная тепловая нагрузка системы вентиляции составляет:

- а) 0,926 МВт
- б) 0,633 МВт
- в) 0,184 МВт
- г) 0,489 МВт

9. Число рабочих $N=50$ чел., норма расхода горячей воды =105 л/(сут.·чел), $K_{пт}=0,3$, закрытая система. Средний тепловой поток на ГВС бытового корпуса в отопительный период составит

- а) 0,0926 МВт
- б) 0,0258 МВт
- в) 0,0165 МВт

г) 0,0135 МВт

10. Расход воды на отопление стройплощадки, если тепловая нагрузка составляет 2 МВт, температура воды в подающей магистрали 90 °С, а в обратной 70 °С, будет иметь значение:

а) 25т/ч

б) 55т/ч

в) 86т/ч

г) 3т/ч

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Наружный диаметр паровой сети 108 мм и присутствуют следующие сопротивления: тройник на проход, переход диаметров $(d1/d0)^2=2$, задвижка, П-образный компенсатор-2шт, отвод 90°. Суммарная эквивалентная длина местных сопротивлений имеет значение:

а) 24,65 м

б) 25,65 м

в) 22,65 м

г) 27,65 м

2. Удельные потери давления на трение, принятые по справочнику составляют 1100 Па/м, длина участка паропровода 50м, эквивалентная длина местных сопротивлений составляет 17м, плотность пара составляет 4,7 кг/м³. Потери напора на участке имеют значение:

а) 15,68кПа

б) 3,05кПа

в) 2500Па

г) 0,025МПа

3. Толщина слоя изоляции трубопровода для следующих данных $d_n=273$ мм, $\lambda_{из}=0,05$, $R=2,5$ м°С/Вт, имеет значение.

а) 0,163м

б) 0,263м

в) 0,581м

г) 0,024м

4. Определить расчетное удлинение участка трубопровода с длиной пролета между неподвижными опорами 85м, температура теплоносителя 95 °С, коэффициент температурного удлинения 0,012 мм/м/°С, расчетная температура наружного воздуха -35 °С.

а) 132,6 мм

б) 133,6 мм

в) 142,6 мм

г) 137,6 мм

5. Определить удельную потерю давления в паровой сети, если давление на выходе из парового котла 0,9 МПа, необходимое давление пара у потребителя 0,6МПа, длина участка паропровода 150м.

а) 1333,3 Па/м

б) 1388,3 Па/м

в) 1525,8 Па/м

г) 2520,3 Па/м

6. Определить располагаемое давление для двухфазного конденсатопровода если абсолютное давление после конденсатоотводчика составляет 0,8 МПа, в конденсатном баке 0,25 МПа, геодезическая отметка начала и конца конденсатопровода соответственно 95 и 97м.

а) 0,59 МПа

б) 0,63 МПа

в) 0,88 МПа

г) 0,53 МПа

7. Определить потерю давления в конденсатопроводе наружным диаметром 108 мм и длиной 150 м, при наличии следующих сопротивлений: тройник при слиянии потока (проход), задвижка – 2шт, П-образный компенсатор – 2шт, отвод под 90° - 2 шт. Удельная потеря давления составляет 1250 Па/м.

а) 189,7 кПа

б) 305,3 кПа

в) 265,3 кПа

г) 205,3 кПа

8. Определить диаметр паропровода высокого давления, если расход пара 4 т/ч, средняя плотность пара 4,55 кг/м³, ориентировочная удельная потеря давления $R=200$ Па/м.

а) 133х4

б) 159х4,5

в) 219х7

г) 108х3

9. Определить действительную скорость пара паропровода высокого давления, если расход пара 4 т/ч, средняя плотность пара 4,55 кг/м³, ориентировочная удельная потеря давления $R=200$ Па/м.

а) 19,9м/с

б) 14,9м/с

в) 37,2м/с

г) 21,9м/с

10. Определить удельную потерю давления в паропроводе высокого давления, если расход пара 4 т/ч, средняя плотность пара 4,55 кг/м³, ориентировочная удельная потеря давления $R=200$ Па/м.

а) 133,3 Па/м

б) 138,3 Па/м

в) 152,8 Па/м

г) 162,2 Па/м

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Общие сведения о системе теплоснабжения. Состав, классификация.
2. Схемы тепловых сетей.
3. Типы и конструкции надземной прокладки тепловых сетей.
4. Типы и конструкции подземной канальной прокладки тепловых сетей.
5. Конструкции тепловых камер.
6. Бесканальная прокладка тепловой сети.
7. Тепловая изоляция тепловых сетей и теплоизоляционные конструкции.
8. Подвижные опоры тепловых сетей.
9. Неподвижные опоры тепловых сетей.
10. Радиальные устройства компенсации температурных удлинений тепловых сетей.
11. Осевые устройства компенсации температурных удлинений тепловых сетей.
12. Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы присоединения подогревателей горячего водоснабжения.
13. Теплогенерирующие установки (основные определения, основное и вспомогательное оборудование).
14. Водогрейные котлоагрегаты (классификация, обозначения, устройство).
15. Паровые котлоагрегаты (классификация, обозначения, устройство).
16. Пароперегреватели котельных агрегатов.
17. Экономайзеры котельных агрегатов.
18. Воздухоподогреватели котельных агрегатов.
19. Обмуровка котлоагрегатов.
20. Арматура и гарнитура котла.
21. Циркуляция воды в котлах. Классификация поверхностей нагрева котла.
22. Выбор типа, числа и мощности котлов.
23. Тепловые схемы ТГУ. Схема производственно-отопительной котельной.
24. Тепловой баланс котлоагрегата.
25. Показатели качества воды. Следствия отклонения параметров водно-химического режима ТГУ.
26. Методы докотловой обработки воды.
27. Фильтрация и коагуляция. Внутрикотловая обработка воды. Деаэрация.
28. Топливное хозяйство ТГУ на газообразном топливе.
29. Топливное хозяйство ТГУ на мазуте.
30. Расчет максимальных тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию.
31. Определение средних тепловых нагрузок на горячее водоснабжение.
32. Расчет средних тепловых нагрузок на отопление и вентиляцию.
33. Определение годовых тепловых нагрузок системы теплоснабжения.
34. Гидравлический расчет водяных тепловых сетей.
35. Гидравлический расчет паровых сетей.
36. Гидравлический расчет конденсатопроводов.
37. Тепловой расчет сети.

38. Алгоритм выбора компенсаторов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен может проводиться устно, письменно, а также с использованием технических средств.

Устное проведение испытания предполагает задание вопросов преподавателем и ответы на них студента. Из количества правильных ответов складывается итоговая оценка.

Экзаменационный билет обычно содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы, не связанные с тематикой конкретного экзаменационного билета.

Письменный экзамен может быть проведен по тест-билетам. Тест-билет содержит определенное количество вопросов. Могут быть использованы разные типы вопросов. Например, необходимо выбрать правильный ответ (указать его выделением каким-либо образом) из предложенных вариантов ответа или вписать правильный ответ и т.д. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Из количества правильных ответов (набранных баллов) складывается итоговая оценка. Например, если тест состоит из 10 вопросов, то оценка «отлично» выставляется в случае, если студент набрал 9 или 10 баллов; «хорошо» - 7 или 8 баллов; «удовлетворительно» - 6 баллов; «неудовлетворительно» - менее 6 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Тепловые сети. Структура, состав, оборудование.	ПК-1, ПК-6	Тест Экзамен КП
2	Тепловые нагрузки потребителей	ПК-1, ПК-6	Тест Экзамен КП
3	Гидравлический расчет сетей	ПК-1, ПК-6	Тест Экзамен КП
4	Расчет и выбор оборудования тепловых сетей	ПК-1, ПК-6	Тест Экзамен КП
5	Теплогенераторы автономных систем теплоснабжения	ПК-1, ПК-6	Тест Экзамен КП
6	Теплогенерирующие установки и вспомогательное оборудование	ПК-1, ПК-6	Тест 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 зависит от количества и типа заданий и составляет в среднем 1 минуту на 1 вопрос. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач 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. Теплогенерирующие установки [Текст] : учебник / Делягин, Геннадий Николаевич [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Бастет, 2010 (Ярославль : ОАО "Ярославский полиграфкомбинат", 2009). - 622, [1] с. - Библиогр.: с. 619-620. - ISBN 978-5-903178-17-9 : 684-10. -30 экз.

2. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности: учеб. пособие: допущено УМО / Соколов, Борис Александрович.-М.: Академия,2008(Саратов: ОАО «Саратов. полиграф. комбинат», 2007).- 126с.:ил.-(Высшее профессиональное образование. Энергетика).- ISBN 978-5-7695-4745-4: 157-00.

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».

Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография/ Хаванов П.А.— Электрон. текстовые

данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30342> .— ЭБС «IPRbooks».

4. Расчет и выбор оборудования теплогенерирующей установки [Текст]: метод. указания по курсовому проектированию теплогенерирующих установок для студ. бакалавриата направления подготовки 08.03.01 «Строительство» / Воронежский ГАСУ; сост.: А. Т. Курносков, Д. Н. Китаев.— Воронеж, 2015. – 22 с.(91 экз.)

5. Автономное теплоснабжение: методические указания к выполнению практических расчетов и курсового проекта для студентов бакалавриата направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Проектирование и строительство городских систем энергоснабжения») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Д. Н. Китаев. — Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022. — 23 с. (электронный каталог ВГТУ).

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: ABBYY FineReader 9.0; Microsoft Office Word 2013/2007; Microsoft Office Excel 2013/2007; Microsoft Office Power Point 2013/2007; Maple v18; AutoCAD; Adobe Acrobat Reader; PDF24 Creator; 7zip.

- Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: <http://www.edu.ru>; Образовательный портал ВГТУ; программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

- Информационные справочные системы: единое окно доступа к образовательным ресурсам – <http://window.edu.ru>; Справочная система ВГТУ – <https://wiki.schgeu.ru>; СтройКонсультант; 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.ru>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

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

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

По дисциплине «Автономное теплоснабжение» читаются лекции, проводятся практические занятия, 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 автономного теплоснабжения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не

аттестации	позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
------------	--