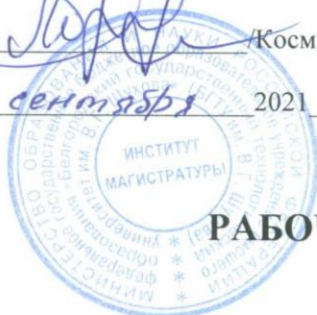


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института магистратуры


_____/Космачева И.В./
«27» сентября 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института


_____/Уваров В.А./
«28» сентября 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок

направление подготовки:

08.04.01 «Строительство»

Направленность программы:

Теплогазоснабжение населенных мест и промышленных предприятий

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжение и вентиляции

Белгород – 2021_

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 года № 482.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021_ году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук, доц.

канд. техн. наук, доц.



Д.Ю. Суслов

Н.Ю. Никулин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Теплогазоснабжение и вентиляция

« 31 » августа 2021 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой:
д-р техн. наук, профессор



В.А. Уваров

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 23 » сентября 2021 г., протокол № 2

Председатель канд. техн. наук, доцент



А.Ю. Феоктистов

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения при прохождении практики
Экспертно-аналитическая	ПК-1 Способность проводить экспертизу технических решений систем теплогазоснабжения	ПК-1.1 Оценивает комплектность проектной документации по системам теплогазоснабжения	Знать основную комплектность проектной документации по системам теплогазоснабжения Уметь работать с нормативной документацией по комплектованию проектной документации по системам теплогазоснабжения Владеть навыками оценивания комплектности проектной документации по системам теплогазоснабжения
		ПК-1.2 Выбирает нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к системам теплогазоснабжения	Знать основные нормативно-технические документы для объектов теплогазоснабжения Уметь работать с основными нормативно-техническими документами для конкретного объекта теплогазоснабжения Владеть навыками поиска информации в нормативно-технической документации при проектировании объектов теплогазоснабжения
		ПК-1.4 Оценивает соответствие проектной документации систем теплогазоснабжения требованиям нормативно-технических документов	Знать проектную документацию систем теплогазоснабжения Уметь подобрать нормативно-технические документы для проверки проектной документации систем теплогазоснабжения Владеть навыками оценивания соответствия проектной документации систем теплогазоснабжения требованиям нормативно-технических документов, действующих на момент проведения работ
Проектная	ПК-2 Способность разрабатывать проектные решения и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения	ПК-2.1 Составляет техническое задание на разработку проектной документации систем теплогазоснабжения	Знать основные позиции технического задания для разработки проектной документации систем теплогазоснабжения Уметь определять основные технические характеристики оборудования теплогазоснабжения, которое планируется применить в проекте Владеть навыками составления технического задания на разработку проектной документации систем теплогазоснабжения
		ПК-2.2 Выбирает	Знать основные нормативно-технические

		<p>нормативно-технические документы, устанавливающие требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения</p>	<p>документы для проектирования объектов теплогазоснабжения Уметь работать с основными нормативно-техническими документами для проектирования конкретного объекта теплогазоснабжения Владеть навыками поиска информации в нормативно-технической документации при проектировании объектов теплогазоснабжения</p>
		<p>ПК-2.3 Составляет план работ по проектированию систем теплогазоснабжения</p>	<p>Знать основные работы в части проектирования систем теплогазоснабжения Уметь работать с техническим заданием на проектирование Владеть навыками составления плана работ по проектированию систем теплогазоснабжения</p>
		<p>ПК-2.4 Проверяет техническое задание на подготовку проектной документации систем теплогазоснабжения</p>	<p>Знать основные положения проектной документации систем теплогазоснабжения Уметь определить основные характеристики системы теплогазоснабжения для технического задания Владеть навыками проверки технического задания с целью соответствия проектируемому объекту</p>
		<p>ПК-2.5 Выбирает вариант проектного технического решения систем теплогазоснабжения</p>	<p>Знать типовые решения отдельных элементов сетей и систем теплогазоснабжения Уметь определять исходные данные для проектирования конкретного элемента системы теплогазоснабжения Владеть навыками определения наиболее подходящего проектного технического решения систем теплогазоснабжения</p>
		<p>ПК-2.6 Составляет требования для разработки смежных разделов проекта систем теплогазоснабжения</p>	<p>Знать основы разработки проекта Уметь работать с нормативной литературой в сфере разделов проектной документации Владеть навыками составления требования для разработки смежных разделов проекта систем теплогазоснабжения</p>
		<p>ПК-2.7 Проверяет проектную и рабочую документацию систем теплогазоснабжения на соответствие требованиям</p>	<p>Знать основные положения проектной и рабочей документации систем теплогазоснабжения Уметь подобрать нормативно-технические документы для проверки проектной документации систем теплогазоснабжения Владеть навыками проверки на соответствие проектной и рабочей</p>

		нормативно-технических документов	документации систем теплогазоснабжения требованиям нормативно-технических документов, действующих на момент проведения работ
		ПК-2.8 Оценивает соответствие проектных решений требованиям технического задания и требованиям нормативно-технических документов	Знать основные положения технического задания на проектирование Уметь подбирать нормативно-техническую литературу по Владеть навыками производства оценки соответствие проектных решений требованиям технического задания и требованиям нормативно-технических документов
		ПК-2.9 Составляет план согласования, представления и защиты проектной документации	Знать порядок согласования проектной документации Уметь выбрать виды работ по согласованию проектной документации Владеть навыками составления плана согласования, представления и защиты проектной документации
	ПК-3 Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения	ПК-3.1 Выбирает данные для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения,	Знать методику расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения Уметь подобрать основные конструктивных решений систем теплогазоснабжения Владеть навыками сбора данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения
		ПК-3.2 Выбирает метод и методику выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения	Знать основы методов расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения Уметь подобрать основные конструктивных решений систем теплогазоснабжения Владеть навыками выбора методики для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения
		ПК-3.3 Выполняет и контролирует проведение расчетного обоснования	Знать основы методов расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения Уметь производить контроль выполнения проектных работ систем

		технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, документирование результатов расчётного обоснования	теплогазоснабжения, с составление отчетного документа Владеть навыками контроля проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, документирования результатов расчётного обоснования
		ПК-3.4 Выбирает вариант технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения на основе технико-экономического сравнения вариантов	Знать способ технико-экономического сравнения вариантов Уметь подобрать основные конструктивных решений систем теплогазоснабжения Владеть навыками варианта технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения
Контрольно-надзорная	ПК-4 Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогазоснабжения	ПК-4.2 Проверяет комплектность документов в проекте производства работ при выполнении строительного контроля	Знать основную документацию в проекте производства работ Уметь определить комплект основной документации в проекте производства работ Владеть навыками проверки комплектности документов в проекте производства работ при выполнении строительного контроля
		ПК-4.3 Контролирует выполнение строительно-монтажных работ и осуществляет технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения	Знать контролируемые параметры и элементы при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения Уметь выбрать способы и средства контроля строительно-монтажных работ Владеть навыками контроля правильности выполнения строительно-монтажных работ и осуществления технического осмотра при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения
Сервисно-эксплуатационная	ПК-5 Способность организовывать работы по техническому обслуживанию	ПК-5.2 Составляет нормативно-технические документы организации,	Знать основной состав исполнительной документации Уметь составлять исполнительные схемы объекта Владеть навыками сбора нормативно-технических документов организации,

ю, эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения	эксплуатирующей системы теплогазоснабжения	эксплуатирующей системы теплогазоснабжения
	ПК-5.4 Выбирает метод, порядок и состав проведения аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплогазоснабжения	Знать основные аварийные ситуации в системах теплогазоснабжения Уметь определить аварийную ситуацию в системах теплогазоснабжения Владеть навыками выбора метода, порядка и состава проведения аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплогазоснабжения
	ПК-5.5 Осуществляет технический и технологический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения	Знать контролируемые параметры и элементы при эксплуатации систем теплогазоснабжения Уметь выбрать способы и средства контроля при эксплуатации систем теплогазоснабжения Владеть навыками технического и технологического контроля выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция __ПК-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения
2	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
3	Проектирование газораспределительных систем
4	Экспертиза и техническая оценка проектных решений сетей и оборудования теплогазоснабжения
5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Компетенция __ПК-2 Способность разрабатывать проектные решения и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами,

практиками

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения
2	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
3	Проектирование газораспределительных систем
4	Автоматизированное проектирование систем теплогазоснабжения
5	Автоматизированное проектирование оборудования теплогазоснабжения
6	Проектное обучение
7	Производственная преддипломная практика
8	Производственная научно-исследовательская работа
9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Компетенция __ ПК-3 Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения
2	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
3	Проектирование газораспределительных систем
4	Теплогидродинамические процессы в технологическом оборудовании систем теплогазоснабжения
5	Математическое моделирование процессов теплогазоснабжения
6	Численные методы решения задач теплогазоснабжения
7	Вычислительный эксперимент в научных исследованиях
8	Процессы горения и горелочные устройства
9	Сжигание топлива и контроль процессов горения
10	Автоматизированное проектирование систем теплогазоснабжения
11	Автоматизированное проектирование оборудования теплогазоснабжения
12	Проектное обучение
13	Производственная преддипломная практика
14	Производственная научно-исследовательская работа
15	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
16	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Компетенция __ ПК4 Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогазоснабжения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения
2	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
3	Проектирование газораспределительных систем
4	Экспертиза и техническая оценка проектных решений сетей и оборудования теплогазоснабжения
5	Производственная научно-исследовательская работа

6	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
---	--

Компетенция __ ПК-5 Способность организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем теплогасоснабжения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения
2	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
3	Проектирование газораспределительных систем
4	Организация эксплуатации, ремонта и обслуживания оборудования теплогасоснабжения
5	Испытания и анализ экспериментальных данных систем теплогасоснабжения
6	Процессы горения и горелочные устройства
7	Сжигание топлива и контроль процессов горения
8	Производственная исполнительская практика
9	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3.ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	65	151
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	68	37	37
лекции	34	17	17
лабораторные		-	-
практические	34	17	17
консультации		3	3
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	142	28	114
Курсовой проект	54	-	54
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	88	28	24
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Зачет, экзамен	Зачет	Экзамен (36 часов)

4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Теплогенерирующие установки. Общее положение и классификация.					
	СНиП «Котельные установки» и правила Ростехнадзора. Принципиальные схемы компоновок станций, работающих на органическом топливе, ядерном топливе и на возобновляемых и практических неисчерпаемых источников энергии.	3	3	-	5
2. Нетрадиционные источники тепловой энергии.					
	Ядерное топливо. Классификация, способы производства. Теплотехнические характеристики. Стоимость гелио и геотермальные установки. Классификация, перспективы использования. Место и роль в энергобалансе страны. Тепловая энергия из городских и сельскохозяйственных ресурсов. Вторичные топливно-энергетические ресурсы различных производств.	4	4	-	6
3. Требования к качеству пара, питательно и котловой воде.					
	Методы обеспечения требуемой чистоты пара, сепарации пара, ступенчатое испарение воды.	3	3	-	5
4. Водное хозяйство ТГУ.					
	Водоподготовка, общие сведения. Методы и способы подготовки воды перед её подачей в теплогенератор. Докотловая обработка воды осветление воды методами отстаивания, коагуляции и фильтрации. Умягчение воды методом катионирования. Магнитная обработка воды. Новые нетрадиционные способы очистки воды(обратный осмос, электродиализ)	4	4	-	7
5. Тепловые схемы ТГУ.					
	Назначение и классификация тепловые схем. Общие сведения.	3	3	-	5
	ВСЕГО	17	17	-	28

Курс 2 семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
6. Тепловые схемы ТГУ					
	Тепловые схемы с паровыми и водогрейными котлами, с комбинированными схемами производства пара и горячей воды. Тепловые схемы установок децентрализованного индивидуального теплоснабжения с зарубежными и отечественными котлами. Тепловые схемы атомных станций теплоснабжения. Тепловые схемы гелио и геотермальных установок.	3	3	-	6
7. Автономное теплоснабжение зданий					
	Котельные установки, блочно-модульные котельные: виды модулей, способы монтажа. Крышные котельные. Особенности проектирования. Эксплуатации и монтажа. Индивидуальные котельные агрегаты, классификация: по источнику энергии, по количеству камер, по мощности. Современные индивидуальные котельные агрегаты.	2	2	-	4
8. Нетрадиционные источники тепловой энергии					
	Тепловые насосы классификация принцип действия, источники тепла, Применение в Росси и мире, основные тенденции развития, основные производители. Гео- и Гелиосистемы классификация особенности конструкций. Применение для систем теплоснабжения. Мировой опыт эксплуатации.	3	3	-	6
9. Теплонасосные установки (ТНУ).					
	Общие сведения. Принцип работы теплового насоса.	3	3	-	6
10. Эксплуатация ТНУ.					
	Режимы эксплуатации ТНУ. Подогрев воды. Промышленно-выпускаемые ТНУ	3	3	-	6
11. Проектирование ТНУ для систем теплоснабжения.					
	Алгоритм расчета ТН.	3	3	-	6
ВСЕГО					
		17	17	-	34

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во лекц. часов	К-во часов СРС
семестр №1				
1	Теплогенерирующие установки. Общее положение и классификация.	Обзор принципиальных схем компоновок станций, работающих на органическом топливе, ядерном топливе и на возобновляемых и практических неисчерпаемых источников энергии.	3	3
2	Нетрадиционные источники тепловой энергии.	Изучение теплотехнических характеристик ядерного топлива. Стоимость гелио- и геотермальные установки. Классификация, перспективы использования. Вторичные топливно-энергетические ресурсы различных производств.	4	4
3	Требования к качеству пара, питательно и котловой воде.	Методы обеспечения требуемой чистоты пара, сепарации пара, ступенчатое испарение воды.	3	3
4	Водное хозяйство ТГУ.	Расчет потребления воды ТГУ. Выбор схем водоподготовки и их расчет.	4	4
5	Тепловые схемы ТГУ.	Общие принципы построения и расчет тепловых схем. Методика расчета. Алгоритмы расчета на ПЭВМ.	3	3
ВСЕГО			17	17
семестр №2				
6	Тепловые схемы ТГУ.	Тепловые схемы с паровыми и водогрейными котлами, с комбинированными схемами производства пара и горячей воды. Тепловые схемы установок децентрализованного индивидуального теплоснабжения с зарубежными и отечественными котлами. Тепловые схемы атомных станций теплоснабжения (АСТ). Тепловые схемы гелио и геотермальных установок.	3	3
7	Автономное теплоснабжение зданий.	Котельные установки, блочно-модульные котельные: виды модулей, способы монтажа. Крышные котельные. Особенности проектирования, эксплуатации и монтажа. Индивидуальные котельные агрегаты, классификация: по источнику энергии, по количеству камер, по мощности. Современные индивидуальные котельные агрегаты.	3	3
8	Нетрадиционные источники тепловой энергии.	Тепловые насосы классификация принцип действия, источники тепла, Применение в России и мире, основные тенденции развития, основные производители. Гео- и Гелиосистемы	2	2

		классификация особенности конструкций. Применение для систем теплоснабжения. Мировой опыт эксплуатации.		
9	Теплонасосные установки (ТНУ).	Термодинамический цикл ТНУ. Источник тепла – воздух. Источник тепла – грунт. Источник тепла – грунтовые воды. Источник тепла – сточные воды.	3	3
10	Эксплуатация ТНУ.	Самостоятельная работа ТНУ. Смешанный режим (ТНУ + генератор тепла). Экономические аспекты применения ТНУ.	3	3
11	Проектирование ТНУ для систем теплоснабжения.	Термодинамический расчет ТНУ. Методика проектирования теплообменников.	3	3
		ВСЕГО	17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий и объем в часах

Не предусмотрено учебным планом

4.4. Содержание курсового проекта

В соответствии с учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта (КП). На выполнение КП предусмотрено 54 часа самостоятельной работы студента.

Цель курсового проекта – закрепление теоретических знаний, полученных при изучении лекционного курса, приобретение практических навыков по разработке и оформлению проектной и рабочей документации при проектировании газовых сетей и оборудования в соответствии с заданием и нормативными документами.

Структура проекта.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки, которая включает в себя определение:

- энергозатрат;
- коэффициента преобразования энергии;
- коэффициента полезного действия ТНУ;
- массового расхода хладагента;
- количества нагреваемой воды для горячего водоснабжения;
- удельного расхода условного топлива на получение единицы полезной теплоты в ТНУ;
- удельного расхода топлива на выработку теплоты на ТЭЦ.

Графическая часть выполнена на листах формата А4.

Тематика курсового проекта: «Проектирование системы теплоснабжения от ТЭЦ с применением теплонасосной установки».

Оформление курсового проекта. Курсовой проект включает пояснительную записку объемом 30-40 стр., выполненную на листах формата А4, и графическую часть – на 2 листах формата А1. Пояснительная записка должна содержать следующую структуру:

Титульный лист.

Содержание.

Введение.

Глава 1

1.1 Принципиальная схема Белгородской ГТ-ТЭЦ

1.2 Технологическая схема Белгородской ГТ-ТЭЦ

1.3 Работа теплонасосной установки

1.4 Система утилизации сбросной воды ТЭЦ

Глава 2 Расчет теплонасосной установки

2.1 Р-h диаграмма работы теплонасосной установки

2.2 Расчет удельного расход первичной энергии ТНУ;

2.3 Эксергетический расчет ТНУ

Глава 3. Проектирование низкотемпературной тепловой сети

3.1 Выбор трубопроводов системы теплоснабжения

3.2 Расчет гидравлических потерь тепловой сети

3.3 Построение пьезометрического графика тепловой сети

3.4 Подбор сетевого и подпиточного насосов для тепловой сети

3.5 Технико-экономические показатели работы ТНУ

4. Заключение (выводы)

5. Библиографический список

Приложения

Защита курсового проекта проходит в виде собеседования, в процессе которого студент должен рассказать все основные моменты процесса выполнения проекта. Срок сдачи курсового проекта определяется преподавателем.

Пример задания на курсовой проект

№	Вариант	1
1	Тепловая нагрузка $Q_{тн}$, кВт для первого здания	312
2	Тепловая нагрузка $Q_{тн}$, кВт для второго здания	395
3	Мощность ТНУ, кВт	400
4	Этажность первого / второго зданий	7/4
5	Температура сбросной воды, на входе в тепловой насос $t_{н1}$, °С;	38
6	Температура низкопотенциального теплоносителя после теплового насоса $t_{н2}$, °С;	27
7	Температура горячего теплоносителя на входе в ТНУ (от потребителя), $t_{в1}$, °С;	65
8	Температура горячего теплоносителя на выходе из ТНУ (к потребителю), $t_{в2}$, °С;	85
9	Температура окружающей среды t_0 , °С;	12
10	Перепады температуры на выходе из теплообменников в испарителе Δt_u	5
11	Тип рабочего вещества в ТНУ	Фреон 11

Критерии оценивания курсового проекта

Оценка	Критерии оценивания
5	Проект выполнен в соответствии с заданием. Пояснительная записка и графическая часть выполнены в полном объеме. В каждом разделе проекта получены правильные ответы и обоснованы принятые проектные решения. Оформление проекта полностью соответствует стандартам и другим нормативным документам. При защите проекта студент полно и аргументировано объясняет ход выполнения проекта и принятые в проекте решения.
4	Проект выполнен в соответствии с заданием. Пояснительная записка и графическая часть выполнены в полном объеме. В каждом разделе проекта получены правильные ответы. Оформление проекта полностью соответствует стандартам и другим нормативным документам. При защите проекта студент объясняет ход выполнения проекта и принятые в проекте решения.
3	Проект выполнен в соответствии с заданием. Пояснительная записка и графическая часть выполнены в полном объеме, присутствуют мелкие ошибки и неточности. Оформление проекта полностью соответствует стандартам и другим нормативным документам. При защите проекта студент с помощью преподавателя объясняет ход выполнения проекта и принятые в проекте решения.
2	Проект выполнен не полностью. В тексте пояснительной записки и графической части присутствует большое количество ошибок и неточностей. В проекте отсутствуют выводы. Оформление проекта не соответствует предъявляемым требованиям. При защите проекта студент не отвечает на вопросы.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуального домашнего задания

Не предусмотрено учебным планом

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Компетенция __ ПК-1 Способность проводить экспертизу технических решений систем теплогазоснабжения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1 Оценивает комплектность проектной документации по системам теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-1.2 Выбирает нормативно-правовые и нормативно-технические документы, определяющие требования к системам теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-1.4 Оценивает соответствие проектной документации систем теплогазоснабжения требованиям нормативно-технических документов	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен

Компетенция __ ПК-2 Способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектные работы систем теплогазоснабжения и вентиляции

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Составляет техническое задание на разработку проектной документации систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-2.2 Выбирает нормативно-технические документы, устанавливающие требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-2.3 Составляет план работ по проектированию систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-2.4 Проверяет техническое задание на подготовку проектной документации систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-2.5 Выбирает вариант проектного технического решения систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-2.6 Составляет требования для разработки смежных разделов проекта систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-2.7 Проверяет проектную и рабочую документацию систем теплогазоснабжения на соответствие требованиям нормативно-технических документов	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-2.8 Оценивает соответствие проектных решений требованиям технического задания и требованиям нормативно-технических документов	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-2.9 Составляет план согласования, представления и защиты проектной документации	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен

Компетенция __ ПК-3 Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1 Выбирает данные для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения,	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-3.2 Выбирает метод и методику выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-3.3 Выполняет и контролирует проведение расчетного обоснования технологических, технических и	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен

конструктивных решений систем теплогазоснабжения, документирование результатов расчётного обоснования	
ПК-3.4 Выбирает вариант технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения на основе технико-экономического сравнения вариантов	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен

Компетенция __ ПК-4 Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогазоснабжения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.2 Проверяет комплектность документов в проекте производства работ при выполнении строительного контроля	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-4.3 Контролирует выполнение строительно-монтажных работ и осуществляет технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен

Компетенция __ ПК-5 Способность организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации и ремонту систем теплогазоснабжения и вентиляции

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.2 Составляет нормативно-технические документы организации, эксплуатирующей системы теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-5.4 Выбирает метод, порядок и состав проведения аварийно-восстановительных работ при выявлении технических неисправностей элементов систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен
ПК-5.5 Осуществляет технический и технологический контроль выполнения работ по эксплуатации и ремонту элементов систем теплогазоснабжения	Собеседование, устный опрос, зачет при защите курсового проекта, экзамен

5.2 Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Теплогенерирующие установки. Общее положение и классификация.	Компоновка ТГУ на органическом топливе Компоновка ТГУ на ядерном топливе Компоновка ТГУ, работающих на возобновляемых источниках энергии
2	Нетрадиционные источники тепловой энергии.	Теплотехнические характеристики ядерного топлива Экономические показатели гелио- и геотермальных установок Вторичные энергоресурсы (ВЭР)
3	Требования к качеству пара, питательно и котловой воде.	Качество питательной воды Чистота пара Испарение воды
4	Водное хозяйство ТГУ.	Расчет и выбор схем водоподготовки
5	Тепловые схемы ТГУ.	Построение и расчет тепловых схем Алгоритм расчета Тепловые схемы установок децентрализованного индивидуального теплоснабжения Тепловые схемы АСТ Тепловые схемы гелио и геотермальных установок.
6	Автономное теплоснабжение зданий.	Блочно-модульные котельные Крышные котельные Современные индивидуальные котельные агрегаты.
7	Нетрадиционные источники тепловой энергии.	Геосистемы Гелиосистемы
8	Теплонасосные установки (ТНУ).	Принцип работы теплового насоса. Типы хладагентов Термодинамический цикл ТНУ
9	Эксплуатация ТНУ.	Режимы эксплуатации ТНУ. Промышленные конструкции ТНУ Экономические аспекты применения ТНУ.
10	Проектирование ТНУ для систем теплоснабжения.	Алгоритм расчета ТНУ

5.2.2 Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта

1. Назовите основные компоненты ТЭЦ, представленной в вашем курсовом проекте.
2. Что используется в качестве низкопотенциального источника тепловой энергии?
3. Назовите основные элементы вашей ТНУ?

4. На чем основан принцип работы ТНУ?
5. Что означает понятие коэффициент трансформации ТНУ?
6. Для чего необходима электроэнергия в ТНУ?
7. Назовите основные расчетные технические характеристики ТНУ, предусмотренной в вашем проекте.
8. Где вы предусмотрели место для установки ТНУ?
9. Какое количество ТНУ вы определили в проекте и почему?
10. Какие трубопроводы вы предусмотрели в системе теплоснабжения от ТНУ?
11. Назовите преимущества трубопроводов, предусмотренных в вашем проекте.
12. Назовите недостатки трубопроводов, предусмотренных в вашем проекте.
13. Назовите основные технические характеристики трубопроводов, предусмотренных в вашем проекте

5.3 Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты курсового проекта.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра, в 1 семестре в форме зачета.

Зачет проходит в форме собеседования и включает один вопрос теоретической части по темам лекционных и практических занятий, изучаемым в 1 семестре

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Назовите нормативную документацию для проектирования теплогенерирующих и теплонасосных установок
2. Изобразите принципиальную схему ТГУ на органическом топливе с основными ее элементами
3. Изобразите принципиальную схему ТГУ, работающую на возобновляемом источнике энергии
4. Расскажите о ядерном топливе на примере урана U^{235}
5. Какие вы знаете вторичные топливно-энергетические ресурсы и их применение при работе ТГУ
6. Принцип работы котлов на вторичных топливно-энергетических ресурсах, особенности конструкции
7. Назовите нормативные требования к котловой воде
8. Каковы требования к качеству пара, подаваемого в паровую сеть
9. Назначение и нормативные требования водоподготовки
10. Докотловая обработка воды осветление воды методом отстаивания
11. Докотловая обработка воды осветление воды методом коагуляции
12. Докотловая обработка воды осветление воды методом фильтрации
13. Принцип работы установки умягчения воды по схеме «Натрий-катионирования»
14. Принцип работы технологических устройств магнитной обработки воды
15. Ингибиторы накипеобразования
16. Классификация тепломеханических схем ТГУ
17. Обозначения на схемах ТГУ
18. Схема ТГУ с теплообменниками

19. Схема ТГУ без теплообменников

Схема ТГУ для производства тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра, во 2 семестре в форме экзамена.

Экзамен включает три вопроса теоретической части. Для подготовки к ответу на вопросы билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 45 минут. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине ежегодно утверждается на заседании кафедры. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Типовой вариант экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Кафедра Теплогазоснабжение и вентиляция

Дисциплина Газоснабжение

Направление 08.04.01 Строительство

Профиль Теплогазоснабжение и вентиляция

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Назовите нормативную документацию для проектирования теплогенерирующих и теплонасосных установок
2. Принцип работы котлов на вторичных топливно-энергетических ресурсах, особенности конструкции
3. Расскажите о ядерном топливе на примере урана U^{235}

Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № _____
(дата)

Заведующий кафедрой _____ / В.А. Уваров

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Теплогенерирующие установки. Общее положение и классификация	Назовите нормативную документацию для проектирования теплогенерирующих и теплонасосных установок
2		Изобразите принципиальную схему ТГУ на органическом топливе с основными ее элементами
3		Изобразите принципиальную схему ТГУ, работающую на возобновляемом источнике энергии
4	Нетрадиционные источники тепловой энергии	Расскажите о ядерном топливе на примере урана U^{235}
5		Какие вы знаете вторичные топливно-энергетические ресурсы и их применение при работе ТГУ
6		Принцип работы котлов на вторичных топливно-энергетических ресурсах, особенности конструкции
7	Требования к качеству пара, питательно и котловой воде	Назовите нормативные требования к котловой воде
8		Каковы требования к качеству пара, подаваемого в паровую сеть
9	Водное хозяйство ТГУ	Назначение и нормативные требования водоподготовки
10		Докотловая обработка воды осветление воды методом отстаивания
11		Докотловая обработка воды осветление воды методом коагуляции
12		Докотловая обработка воды осветление воды методом фильтрации
13		Принцип работы установки умягчения воды по схеме «Натрий-катионирования»
14		Принцип работы технологических устройств магнитной обработки воды
15		Ингибиторы накипеобразования
16	Тепловые схемы ТГУ.	Классификация тепломеханических схем ТГУ
17		Обозначения на схемах ТГУ
18		Схема ТГУ с теплообменниками
19		Схема ТГУ без теплообменников
20		Тепловые схемы с паровыми и водогрейными котлами. Основное и вспомогательное оборудование
21		Тепловые схемы с комбинированными схемами производства пара и горячей воды. Основное и вспомогательное оборудование
22		Тепловые схемы установок индивидуального теплоснабжения
23		Тепловые схемы атомных станций теплоснабжения. Основное и вспомогательное оборудование
24		Автономное теплоснабжение зданий
25	Крышные котельные: нормативные требования и способы установки	
26	Индивидуальные котельные агрегаты, классификация: по источнику энергии, по количеству камер, по мощности	
27	Нетрадиционные источники тепловой энергии	Тепловые насосы классификация принцип действия, источники тепла
28		Применение в Росси и мире теплонасосных установок, основные тенденции развития
29		Гео- и Гелиосистемы классификация особенности конструкций

30		Использование гео- и гелиосистем в теплоснабжении. Опыт эксплуатации
31	Теплонасосные установки (ТНУ)	Общие сведения. Технические характеристики
		Принцип работы теплового насоса
32		Рабочее вещество теплового насоса
33	Эксплуатация ТНУ.	Режимы эксплуатации ТНУ
34		Подогрев воды с использованием ТНУ. Промышленно-выпускаемые ТНУ
35	Проектирование ТНУ для систем теплоснабжения	Алгоритм расчета основных параметров ТНУ
36		Определение количества теплонасосных установок
37		Совместная работа ТНУ и водогрейной котельной. Схема работы

5.4 Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по практике	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение	Умение использовать термины, определения, понятия
	Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы
	Объем освоенного материала
	Способность полностью отвечать на вопросы
	Способность четко излагать и интерпретировать знания
Владение	Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями
	Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
<i>Знание терминов, определений, понятий</i>	<i>Не знает терминов и определений</i>	<i>Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок</i>	<i>Знает термины и определения</i>	<i>Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно</i>
<i>Знание основных</i>	<i>Не знает основные</i>	<i>Знает основные</i>	<i>Знает основные</i>	<i>Знает основные</i>

закономерностей, соотношений, принципов	закономерности и соотношения, принципы построения знаний	закономерности, соотношения, принципы построения знаний	закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать термины, определения, понятия	Не умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, но допускает неточности формулировок	Умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы	Не умеет использовать основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не способен к освоению значительной части материала дисциплины	Способен к освоению только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Способен к освоению материала дисциплины в достаточном	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями

			<i>объеме</i>	
Способность полностью отвечать на вопросы	<i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>	<i>Дает неполные ответы на все вопросы</i>	<i>Дает ответы на вопросы, но не все - полные</i>	<i>Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы</i>
Способность четко излагать и интерпретировать знания	<i>Излагает знания без логической последовательности</i>	<i>Излагает знания с нарушениями в логической последовательности</i>	<i>Излагает знания без нарушений в логической последовательности</i>	<i>Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя</i>
	<i>Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами</i>	<i>Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками</i>	<i>Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно</i>	<i>Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний</i>
	<i>Неверно излагает и интерпретирует знания</i>	<i>Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний</i>	<i>Грамотно и по существу излагает знания</i>	<i>Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

<i>Критерий</i>	<i>Уровень освоения и оценка</i>			
	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями</i>	<i>Не владеет терминами и определениями</i>	<i>Владеет терминами и определениями, но допускает неточности формулировок</i>	<i>Владеет терминами и определениями</i>	<i>Владеет терминами и определениями, может корректно сформулировать их самостоятельно</i>
<i>Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов</i>	<i>Не владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний</i>	<i>Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний</i>	<i>Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, их интерпретирует и использует</i>	<i>Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать</i>
<i>Объем освоенного материала</i>	<i>Не владеет значительной частью материала дисциплины</i>	<i>Владеет только основным материалом дисциплины, не усвоил его деталей</i>	<i>Владеет материалом дисциплины в достаточном объеме</i>	<i>Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями</i>
<i>Полнота ответов на вопросы</i>	<i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>	<i>Дает неполные ответы на все вопросы</i>	<i>Дает ответы на вопросы, но не все - полные</i>	<i>Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы</i>
<i>Четкость изложения и интерпретации знаний</i>	<i>Владеет знаниями без логической последовательности</i>	<i>Владеет знаниями с нарушениями в логической последовательности</i>	<i>Владеет знаниями без нарушений в логической последовательности</i>	<i>Владеет знаниями в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя</i>
	<i>Не способен</i>	<i>Способен</i>	<i>Способен</i>	<i>Выполняет</i>

	<i>иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами</i>	<i>выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками</i>	<i>выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно</i>	<i>поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний</i>
	<i>Неверно излагает и интерпретирует знания</i>	<i>Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний</i>	<i>Грамотно и по существу излагает знания</i>	<i>Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы</i>

6 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия: специализированная аудитория, оснащенная презентационной техникой, электронная презентация Microsoft Office PowerPoint.

Практические занятия: аудитория, оснащенная демонстрационными макетами, образцами оборудования, арматуры и контрольно-измерительных приборов.

6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение Программные комплексы «Autocad», «MS Word»

6.3 Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Кущев, Л.А. Проектирование системы теплоснабжения с применением теплонасосной установки: учебное пособие / Л.А. Кущев, Н.Ю. Никулин., Н.Ю. Саввин – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 143 с.
2. Делягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермяков Б.А., Хаванов П.А., Теплогенерирующие установки: Учебник -М.:Стройиздат, 2010 – 560с.
3. Лебедев В.И., Пермяков Б.А., Хаванов П.А. Расчет и проектирование теплогенерирующих установок систем теплоснабжения: Учебное пособие.- М.:Стройиздат, 2002 – 360с.
4. Кущев Л.А. Комплексное проектирование теплогенерирующих установок: Учебное пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова,2005 – 199с.
5. Трубаев П.А. Тепловые насосы: Учеб. пособие / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с.
6. Васьков Е.Т. Термодинамические основы тепловых насосов, Учебное пособие для студ. специальностей 270109, 270105, 190601. - СПб.: СПбГАСУ, 2007. - 127 с.
7. Роддатис К.Ф., Полторецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности-М.: Энергия, 1975 – 176с.
8. Эстеркин Р.И. Промышленные котельные установки: Учебник для техникумов. -Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985– 400с.
- 9.СНиП П-36-76. Котельные установки. Нормы проектирования.-М.: Рострой СССР,1977. – 216 с.
10. Кущев Л.А. Теплогенерирующие установки. Атлас конструкций.- - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова,200 – 360с.

11. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод).- М.: Энергия, 1973– 296с.
12. Аэродинамический расчет котельных агрегатов (нормативный метод).- М.: Энергия, 1977– 256с.
13. Гидравлический расчет котельных агрегатов (нормативный метод).- М.: Энергия, 1978– 256с.

6.4 Перечень интернет-ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система "IPRbooks", <http://www.iprbookshop.ru>.
2. Научная электронная библиотека Elibrary, <https://elibrary.ru>.
3. Электронно-библиотечная система "Book On Lime", <https://bookonlime.ru>.
4. Электронно-библиотечная система издательства "Лань",
<https://e.lanbook.com>.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 20__ /20__ учебный год.
Протокол № _____ заседания кафедры от « ___ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО