

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»
в городе Борисоглебске



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор В.В. Григораш

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Теплогазоснабжение и вентиляция

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы Зверков А.П. / Зверков А.П.

Заведующий кафедрой
теплогазоснабжения,
отопления и вентиляции Е.А. / Корсукова Е.А.

Руководитель ОПОП Филатова Н.В. / Филатова Н.В.

Борисоглебск 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» является научить студентов правильному пониманию задач, стоящих перед бакалаврами при разработке, монтаже и эксплуатации теплогенераторов и минитеплоэлектростанций с учетом экологической, топливно-энергетической и экономической составляющей.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Рассмотрение процессов и систем производства тепловой энергии, современных технических решений, перспектив развития ТГУ и мини-ТЭЦ и их элементов, принципов обоснования тепловых схем и конструкций, методов расчета и оптимизации схем и режимов с применением ЭВМ, современных методов эксплуатации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации, ремонту, реконструкции систем ТГВ, разрабатывать и внедрять мероприятия по ресурсо- и энергосбережению

ПК-5 - Способен выполнять и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции зданий, сооружений, населённых мест

ПК-6 - Способен выполнять и организовывать авторский надзор по проектным решениям систем ТГВ

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	<i>Знать:</i> Структуру газового и воздушного трактов ТГУ и мини-ТЭЦ. Номенклатуру оборудования топливного хозяйства при использовании всех видов топлив. Нормативную базу в области проектирования и эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Технико-экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ. Состав собственных нужд котельных.
	<i>Уметь:</i> Рассчитывать и подбирать оборудование топливного хозяйства и газовоздушного тракта ТГУ и мини-ТЭЦ. Производить расчет нормативов запасов топлива и удельных нормативов для котельной Рассчитывать технико-экономические показатели котельных и

	мини-ТЭЦ и себестоимость выработки тепловой энергии. Проводить оценку информации полученной от заказчика при проектировании и находить решения при ее неполноте. <i>Владеть:</i> Нормативной документацией в области проектирования, эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Методиками аэродинамического расчета теплогенерирующих установок, нормирования расходов топлива. Методами расчета технико-экономических показателей и себестоимости выработки тепловой энергии.
ПК-5	<i>Знать:</i> Структуру газового и воздушного трактов ТГУ и мини-ТЭЦ. Номенклатуру оборудования топливного хозяйства при использовании всех видов топлив. Нормативную базу в области проектирования и эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Технико-экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ. Состав собственных нужд котельных. <i>Уметь:</i> Рассчитывать и подбирать оборудование топливного хозяйства и газозвоздушного тракта ТГУ и мини-ТЭЦ. Производить расчет нормативов запасов топлива и удельных нормативов для котельной Рассчитывать технико-экономические показатели котельных и мини-ТЭЦ и себестоимость выработки тепловой энергии. Проводить оценку информации полученной от заказчика при проектировании и находить решения при ее неполноте. <i>Владеть:</i> Нормативной документацией в области проектирования, эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Методиками аэродинамического расчета теплогенерирующих установок, нормирования расходов топлива. Методами расчета технико-экономических показателей и себестоимости выработки тепловой энергии.
ПК-6	<i>Знать:</i> Структуру газового и воздушного трактов ТГУ и мини-ТЭЦ. Номенклатуру оборудования топливного хозяйства при использовании всех видов топлив. Нормативную базу в области проектирования и эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Технико-экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ. Состав собственных нужд котельных. <i>Уметь:</i> Рассчитывать и подбирать оборудование топливного хозяйства и газозвоздушного тракта ТГУ и мини-ТЭЦ. Производить расчет нормативов запасов топлива и удельных нормативов для котельной Рассчитывать технико-экономические показатели котельных и мини-ТЭЦ и себестоимость выработки тепловой энергии. Проводить оценку информации полученной от заказчика при проектировании и находить решения при ее неполноте. <i>Владеть:</i> Нормативной документацией в области проектирования, эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Методиками аэродинамического расчета теплогенерирующих установок, нормирования расходов топлива. Методами расчета технико-экономических показателей и

	себестоимости выработки тепловой энергии.
--	---

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	48	48
В том числе:		
Лекции	24	24
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Самостоятельная работа	96	96
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

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	Газовоздушный тракт	Схема газовоздушного тракта ТГУ. Естественная тяга ТГУ. Сопротивление газового тракта ТГУ. Искусственная тяга ТГУ, выбор устройств. Типы стальных дымовых труб их особенности. Конструкции и характеристики железобетонных, кирпичных и стальных дымовых труб. Конструкции дымовых труб и их расчет.	4	4	16	24
2	Топливное хозяйство	Схемы компоновки оборудования топливного хозяйства при работе на угле. Склады твердого топлива. Механизмы топливоподачи. Подготовка твердого топлива для сжигания. Топливное хозяйство ТГУ на газообразном топливе. Топливное хозяйство ТГУ на жидком топливе.	4	4	16	24
3	Нормирование расходов топлива	Общие положения порядка расчета нормативов топлива в котельных. Исходные данные для расчета нормативов запасов топлива в котельных. Определение неснижаемого норматива запаса топлива. Расчет нормативного эксплуатационного запаса топлива.	4	4	16	24
4	Собственные нужды	Собственные нужды ТГУ и мини-ТЭЦ. Статьи затрат. Расчет потерь тепловой энергии с продувочной водой, баками различного назначения, другие потери.	4	4	16	24

		Расчет расходов тепловой энергии на растопку котлов и на обдувку поверхностей нагрева. Расчет расходов тепловой энергии на хозяйственно-бытовые нужды и технологические нужды ХВО. Расчет расхода тепловой энергии на отопление помещения котельной.				
5	Основы проектирования и нормативная база	Выбор типа и числа котлов в отопительной котельной. Основы проектирования ТГУ и мини-ТЭЦ. Оценка полноты информации от заказчика. Разработка тепловой схемы и водно-химического режима. Требования по проходам, разводка трубопроводов. Проектирование газозвоздушного тракта, основные требования. Проектирование дымовых труб, основные требования. Отопление и вентиляция котельной. Энергетические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ. Режимные показатели ТГУ и мини-ТЭЦ. Экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ.	4	4	16	24
6	Автоматизация и эксплуатация	Автоматика безопасности ТГУ. Система сигнализации ТГУ. Система автоматического регулирования ТГУ. Контроль параметров ТГУ. Основы эксплуатации ТГУ . Повышение эффективности работы котельных.	4	4	16	24
Итого			24	24	96	144

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 курсовой работы в 8 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет и выбор оборудования ТГУ».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- закрепить знание структуры, состава основного и вспомогательного оборудования котельных и мини-ТЭЦ. Нормативной базы в области проектирования ТГУ;
- научиться пользоваться справочниками, подбирать вспомогательное оборудование ТГУ, проводить газозвоздушного трака котельных и мини-ТЭЦ;
- проводить расчеты нормирования топлива и технико-экономических параметров котельных.

Курсовая работа 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-4	Знать: Структуру газового и воздушного трактов ТГУ и мини-ТЭЦ. Номенклатуру оборудования топливного хозяйства при использовании всех видов топлив. Нормативную базу в области проектирования и эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Технико-экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ. Состав собственных нужд котельных.	Курсовая работа Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения работы.
	Уметь: Рассчитывать и подбирать оборудование топливного хозяйства и газозащитного тракта ТГУ и мини-ТЭЦ. Производить расчет нормативов запасов топлива и удельных нормативов для котельной. Рассчитывать технико-экономические показатели котельных и мини-ТЭЦ и себестоимость выработки тепловой энергии. Проводить оценку информации полученной от заказчика при проектировании и находить решения при ее неполноте.	Курсовая работа Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения работы.
	Владеть: Нормативной документацией в области проектирования, эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Методиками аэродинамического расчета теплогенерирующих установок, нормирования расходов топлива. Методами расчета технико-экономических показателей и себестоимости выработки тепловой энергии.	Курсовая работа Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения работы.
ПК-5	Знать: Структуру газового и воздушного трактов ТГУ и мини-ТЭЦ. Номенклатуру оборудования топливного хозяйства при использовании всех видов топлив. Нормативную базу в области проектирования и эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Технико-экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ.	Курсовая работа Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения работы.

	Состав собственных нужд котельных.			
	<i>Уметь:</i> Рассчитывать и подбирать оборудование топливного хозяйства и газозвоздушного тракта ТГУ и мини-ТЭЦ. Производить расчет нормативов запасов топлива и удельных нормативов для котельной Рассчитывать технико-экономические показатели котельных и мини-ТЭЦ и себестоимость выработки тепловой энергии. Проводить оценку информации полученной от заказчика при проектировании и находить решения при ее неполноте.	Курсовая работа Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения работы.
	<i>Владеть:</i> Нормативной документацией в области проектирования, эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Методиками аэродинамического расчета теплогенерирующих установок, нормирования расходов топлива. Методами расчета технико-экономических показателей и себестоимости выработки тепловой энергии.	Курсовая работа Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения работы.
ПК-6	<i>Знать:</i> Структуру газового и воздушного трактов ТГУ и мини-ТЭЦ. Номенклатуру оборудования топливного хозяйства при использовании всех видов топлив. Нормативную базу в области проектирования и эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Технико-экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ. Состав собственных нужд котельных.	Курсовая работа Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения работы.
	<i>Уметь:</i> Рассчитывать и подбирать оборудование топливного хозяйства и газозвоздушного тракта ТГУ и мини-ТЭЦ. Производить расчет нормативов запасов топлива и удельных нормативов для котельной Рассчитывать технико-экономические показатели котельных и мини-ТЭЦ и себестоимость выработки тепловой энергии. Проводить оценку информации полученной от заказчика при проектировании и находить решения при ее неполноте.	Курсовая работа Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения работы.
	<i>Владеть:</i> Нормативной	Курсовая работа	Выполнено	Тестирование не

	документацией в области проектирования, эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Методиками аэродинамического расчета теплогенерирующих установок, нормирования расходов топлива. Методами расчета технико-экономических показателей и себестоимости выработки тепловой энергии.	Тестирование	тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	выполнено. Значительное отставание от графика выполнения работы.
--	--	--------------	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	<i>Знать:</i> Структуру газового и воздушного трактов ТГУ и мини-ТЭЦ. Номенклатуру оборудования топливного хозяйства при использовании всех видов топлив. Нормативную базу в области проектирования и эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Техничко-экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ. Состав собственных нужд котельных.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<i>Уметь:</i> Рассчитывать и подбирать оборудование топливного хозяйства и газозвоздушного тракта ТГУ и мини-ТЭЦ. Производить расчет нормативов запасов топлива и удельных нормативов для котельной. Рассчитывать технико-экономические показатели котельных и мини-ТЭЦ и себестоимость выработки тепловой энергии. Проводить оценку информации полученной от заказчика при проектировании и находить решения при ее неполноте.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<i>Владеть:</i> Нормативной документацией в области проектирования, эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Методиками аэродинамического расчета теплогенерирующих установок, нормирования расходов топлива. Методами расчета технико-экономических показателей и себестоимости выработки тепловой энергии.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	<i>Знать:</i> Структуру газового и	Тест	Выполнение теста на	Выполнение менее

	воздушного трактов ТГУ и мини-ТЭЦ. Номенклатуру оборудования топливного хозяйства при использовании всех видов топлив. Нормативную базу в области проектирования и эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Технико-экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ. Состав собственных нужд котельных.		70-100%	70%
	<i>Уметь:</i> Рассчитывать и подбирать оборудование топливного хозяйства и газозвдушного тракта ТГУ и мини-ТЭЦ. Производить расчет нормативов запасов топлива и удельных нормативов для котельной Рассчитывать технико-экономические показатели котельных и мини-ТЭЦ и себестоимость выработки тепловой энергии. Проводить оценку информации полученной от заказчика при проектировании и находить решения при ее неполноте.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирова н верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<i>Владеть:</i> Нормативной документацией в области проектирования, эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Методиками аэродинамического расчета теплогенерирующих установок, нормирования расходов топлива. Методами расчета технико-экономических показателей и себестоимости выработки тепловой энергии.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирова н верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	<i>Знать:</i> Структуру газового и воздушного трактов ТГУ и мини-ТЭЦ. Номенклатуру оборудования топливного хозяйства при использовании всех видов топлив. Нормативную базу в области проектирования и эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Технико-экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ. Состав собственных нужд котельных.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<i>Уметь:</i> Рассчитывать и подбирать оборудование топливного хозяйства и газозвдушного тракта ТГУ и мини-ТЭЦ. Производить расчет нормативов запасов топлива и удельных нормативов для котельной Рассчитывать технико-экономические показатели котельных и мини-ТЭЦ и	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирова н верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	себестоимость выработки тепловой энергии. Проводить оценку информации полученной от заказчика при проектировании и находить решения при ее неполноте.			
	Владеть: Нормативной документацией в области проектирования, эксплуатации ТГУ и мини-ТЭЦ. Методиками аэродинамического расчета теплогенерирующих установок, нормирования расходов топлива. Методами расчета технико-экономических показателей и себестоимости выработки тепловой энергии.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. В котельных сектора ЖКХ минимальное количество устанавливаемых котлов

- а) 1
- б) 2
- в) не нормируется
- г) 3

2. В производственных котельных второй категории минимальное количество устанавливаемых котлов

- а) 1
- б) 2
- в) не нормируется
- г) 3

3. Расчетная тепловая мощность котельной определяется как сумма:

- а) максимальных часовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование, средних часовых расходов тепловой энергии на горячее водоснабжение и расходов тепловой энергии на технологические цели с учетом расходов тепловой энергии на собственные нужды котельной и восполнение потерь в котельной и в тепловых сетях.
- б) максимальных часовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование, максимальных часовых расходов тепловой энергии на горячее водоснабжение и расходов тепловой энергии на технологические цели с учетом расходов тепловой энергии на собственные нужды котельной и восполнение потерь в котельной и в тепловых сетях.
- в) средних часовых расходов тепловой энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование, средних часовых расходов тепловой энергии на горячее водоснабжение и расходов тепловой энергии на технологические цели с учетом расходов тепловой энергии на собственные нужды котельной и восполнение потерь в котельной и в тепловых сетях.
- г) максимальных часовых расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию, средних часовых расходов тепловой энергии на горячее водоснабжение и расходов тепловой энергии на технологические цели с учетом расходов тепловой энергии на собственные нужды котельной и восполнение потерь в котельной и в тепловых сетях.

4. Количество суток, на которые рассчитывается ННЗТ для твердого топлива при доставке автотранспортом составляет
- а) 14
 - б) 10
 - в) 7
 - г) 5
5. Количество суток, на которые рассчитывается ННЗТ для жидкого топлива при доставке ж/д транспортом составляет
- а) 14
 - б) 10
 - в) 7
 - г) 5
6. Для расчета размера НЭЗТ принимается плановый среднесуточный расход топлива
- а) трех наиболее холодных месяцев
 - б) одного наиболее холодного месяца
 - в) всех месяцев отопительного периода
 - г) наиболее холодной пятидневки
7. При расчете размера НЭЗТ по твердому топливу количество суток составляет
- а) 14
 - б) 10
 - в) 45
 - г) 30
8. Дымовые трубы не бывают
- а) фасадные
 - б) навесные
 - в) колонные
 - г) с интерцептером
9. В котельных, работающих без постоянного присутствия обслуживающего персонала, расчетная температура воздуха в помещении принимается в холодный период года не ниже
- а) 8 °С
 - б) 10 °С
 - в) 15 °С
 - г) 5 °С
10. Для котельных, работающих на жидком или газообразном топливе, расстояние между фронтами котлов должно быть
- а) 2 м
 - б) не более 6 м
 - в) не менее 2 м
 - г) не менее 4 м

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определить минимальную высоту дымовой трубы при естественной тяге, если суммарные потери газового тракта ТГУ составляют $\Sigma h = 147,15$ Па, плотность воздуха составляет $\rho_{\text{в}} = 1,35$ кг/м³, а плотность уходящих дымовых газов $\rho_{\text{г}} = 0,75$ кг/м³.
 - а) 30 м
 - б) 40 м
 - в) 50 м
 - г) 20 м
2. Определить скорость дымовых газов на выходе из дымовой трубы, если объем дымовых газов $V_{\text{г}} = 2500$ м³/ч, диаметр трубы $d_{\text{тр}} = 0,6$ м.

- а) 2,4 м/с
 б) 14 м/с
 в) 5,2 м/с
 г) 12,3 м/с
3. Определить количество котлов типа КСВа для теплоснабжения потребителя второй категории надежности. Расчетная тепловая мощность котельной составляет $Q_p=6$ МВт, суммарная нагрузка отопления и вентиляции $Q_{ов}=4,5$ МВт, летняя нагрузка горячего водоснабжения $Q_{л}=1$ МВт. Расчетная температура для проектирования отопления - 30°C . Сортамент котлов КСВа, МВт: 0,63; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15. Диапазон регулирования 40-100%. (3 котла по 2МВт).
- а) 3 котла по 3,15 МВт
 б) 3 котла по 2 МВт
 в) 4 котла по 0,63 МВт
 г) 2 котла по 3,15 МВт
4. Определить количество котлов типа КСВа для теплоснабжения потребителя первой категории надежности. Расчетная тепловая мощность котельной составляет $Q_p=7$ МВт, суммарная нагрузка отопления и вентиляции $Q_{ов}=5$ МВт, летняя нагрузка горячего водоснабжения $Q_{л}=1,2$ МВт. Сортамент котлов КСВа, МВт: 0,63; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15. Диапазон регулирования 40-100%.
- а) 2 котла по 3,15 МВт
 б) 3 котла по 2 МВт
 в) 3 котла по 2,5МВт
 г) 3 котла по 3,15 МВт
5. Определить нормативный эксплуатационный запас топлива (НЭЗТ) в отопительной котельной, если основным топливом является природный газ, а резервным – мазут $Q_n^p = 9200$ ккал/кг. Количество резервного топлива, необходимое для замещения газового топлива в периоды сокращения его подачи газоснабжающими организациями $B_{зам} = 0,257$ тыс. т у.т., среднее значение отпуска тепловой энергии в тепловую сеть в течении трех наиболее холодных месяцев, $Q_{max}^3 = 283,72$ Гкал/сут, расчетный норматив средневзвешенного удельного расхода топлива на отпущенную тепловую энергию по трем наиболее холодным месяцам, $H_{ср.м.} = 159,8$ кг.у.т./Гкал.
- а) 2,57 тыс.т у.т.
 б) 2,045 тыс.т у.т.
 в) 12,045 тыс.т у.т.
 г) 3,045 тыс.т у.т.
6. Определить нормативный эксплуатационный запас топлива (НЭЗТ) в отопительной котельной, если основным топливом является мазут $Q_n^p = 9200$ ккал/кг. Среднее значение отпуска тепловой энергии в тепловую сеть в течении трех наиболее холодных месяцев, $Q_{max}^3 = 381,23$ Гкал/сут, расчетный норматив средневзвешенного удельного расхода топлива на отпущенную тепловую энергию по трем наиболее холодным месяцам, $H_{ср.м.} = 162,7$ кг.у.т./Гкал.
- а) 7,446 тыс.т у.т.
 б) 3,446 тыс.т у.т.
 в) 4,446 тыс.т у.т.
 г) 2,446 тыс.т у.т.
7. Определить нормативный эксплуатационный запас топлива (НЭЗТ) в отопительной котельной, если основным топливом является природный газ, а резервным – уголь $Q_n^p = 5500$ ккал/кг. Количество резервного топлива, необходимое для замещения

газового топлива в периоды сокращения его подачи газоснабжающими организациями $B_{ЗАМ} = 0,15$ тыс. т у.т., среднее значение отпуска тепловой энергии в тепловую сеть в течении трех наиболее холодных месяцев, $Q_{\max}^{\vartheta} = 126,25$ Гкал/сут, расчетный норматив средневзвешенного удельного расхода топлива на отпущенную тепловую энергию по трем наиболее холодным месяцам, $H_{\text{ср.м.}} = 160,03$ кг.у.т./Гкал.

- а) 1,864 тыс.т у.т.
 - б) 0,958 тыс.т у.т.
 - в) 3,889 тыс.т у.т.
 - г) 0,864 тыс.т у.т.
8. Определить нормативный эксплуатационный запас топлива (НЭЗТ) в отопительной котельной при сезонном завозе топлива, если основным топливом является уголь $Q_n^p = 5800$ ккал/кг. Среднее значение отпуска тепловой энергии в тепловую сеть в течении отопительного периода, $Q_{\text{ср}} = 200,5$ Гкал/сут, средневзвешенный норматив удельного расхода топлива за отопительный период, $H_{\text{ср.м.}} = 167,15$ кг.у.т./Гкал, длительность отопительного периода 254 сут. (7,053 тыс.т у.т.).
- а) 17,368 тыс.т у.т.
 - б) 11,258 тыс.т у.т.
 - в) 8,053 тыс.т у.т.
 - г) 7,053 тыс.т у.т.
9. Определить неснижаемый норматив запаса топлива (ННЗТ) в отопительной котельной при доставке топлива железнодорожным транспортом, если основным топливом является уголь $Q_n^p = 5400$ ккал/кг. Среднее значение отпуска тепловой энергии в тепловую сеть в самом холодном месяце $Q_{\max} = 372,5$ Гкал/сут, средневзвешенный норматив удельного расхода топлива для самого холодного месяца, $H_{\text{ср.м.}} = 168,0$ кг.у.т./Гкал. (0,676 тыс.т у.т.).
- а) 0,988 тыс.т у.т.
 - б) 0,676 тыс.т у.т.
 - в) 0,158 тыс.т у.т.
 - г) 0,631 тыс.т у.т.
10. Определить потери котлоагрегатом, если потеря тепловой энергии в окружающую среду $q_5 = 1,5\%$, расход топлива $B = 1$ т/ч, теплота сгорания топлива $Q_n^p = 5000$ ккал/кг, продолжительность работы котла $n = 250$ сут. (450 Гкал)
- а) 420 Гкал
 - б) 750 Гкал
 - в) 250 Гкал
 - г) 450 Гкал

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить потери тепла с продувочной водой (непрерывная продувка) для котельной с тремя паровыми котлами, работающими на газообразном топливе. Выработка котлов соответственно составляет $Q_1 = 5000$ Гкал, $Q_2 = 7000$ Гкал, $Q_3 = 8000$ Гкал.
 - а) 210 Гкал
 - б) 100 Гкал
 - в) 20 Гкал
 - г) 50 Гкал
2. Определить расход тепловой энергии на обдувку поверхностей нагрева котла, работающего на мазуте. Средняя производительность котла 10 т/ч, продолжительность работы 6000 ч,

энтальпия пара используемого для обдува и питательной воды соответственно 650 ккал/кг и 100 ккал/кг.

- а) 250 Гкал
 - б) 10 Гкал
 - в) 65 Гкал
 - г) 12,5 Гкал
3. Определить расход тепловой энергии на технологические нужды ХВО одноступенчатой схемы Na – катионирования, при наличии охладителя выпара и отсутствии бака взрыхления. Удельный расход воды на собственные нужды ХВО $K_{\text{хво}}=0,04$, средний расход воды на ХВО в расчетном периоде $G_{\text{хво}}=50 \text{ т/ч}$, температуры исходной воды и после системы ХВО соответственно равны $t''=70^\circ\text{C}$, $t'=5^\circ\text{C}$. Продолжительность работы системы $\tau_{\text{хво}}=5000 \text{ ч}$.
- а) 1200 Гкал
 - б) 12 Гкал
 - в) 780 Гкал
 - г) 885 Гкал
4. Определить расход тепловой энергии на хозяйственно-бытовые нужды котельной при следующих исходных данных: норма расхода воды на одну душевую сетку $\alpha_q=0,27 \text{ м}^3/\text{сут}$; норма расхода воды на одного человека в смену $\alpha=0,024 \text{ м}^3/\text{сут/чел}$; количество душевых сеток $N_q=3$; численность работающих человек в сутки $M=5$; продолжительность расчетного периода $T_q=350 \text{ сут}$; температуры горячей и исходной воды соответственно $t_r=60^\circ\text{C}$, $t_x=7^\circ\text{C}$.
- а) 25,3 Гкал
 - б) 18 Гкал
 - в) 17,25 Гкал
 - г) 16 Гкал
5. Определить расход тепловой энергии на растопку двух котлов из холодного состояния. Часовая выработка котлов составляет $Q_1=3 \text{ Гкал/ч}$, $Q_2=5 \text{ Гкал/ч}$, количество растопок котлов в отопительном периоде $N_1^{\text{он}}=2$, $N_2^{\text{он}}=3$, в неотапительном периоде $N_1^{\text{он}}=1$, $N_2^{\text{он}}=4$.
- а) 28 Гкал
 - б) 15 Гкал
 - в) 30 Гкал
 - г) 121 Гкал
6. Определить потерю тепловой энергии цилиндрическим баком, установленным в котельной. Норма плотности теплового потока $q_\theta=50 \text{ Вт/м}^2$, диаметр бака 2 м, высота бака 3 м, температура горячей воды $t_r=80^\circ\text{C}$, средняя температура наружного воздуха $t_{\text{нр}}=-5^\circ\text{C}$, продолжительность работы бака $\tau=200 \text{ сут}$.
- а) 3 Гкал
 - б) 5,1 Гкал
 - в) 7,2 Гкал
 - г) 6 Гкал
7. Определить расход тепла на отопление рабочей зоны котельной с постоянным обслуживающим персоналом, работающей на жидком топливе. Объем рабочей зоны составляет $V_{p.z}=1000 \text{ м}^3$, удельная отопительная характеристика при $t_{p.o}=-30^\circ\text{C}$ составляет $q_\theta=0,1 \text{ ккал/м}^3/\text{ч}/^\circ\text{C}$, расчетная температура для проектирования отопления $t_{p.o}=-40^\circ\text{C}$, поправочный коэффициент на температуру наружного воздуха $\alpha=0,9$. Число суток работы системы отопления $n=200 \text{ сут}$.
- а) 15,36 Гкал
 - б) 23,76 Гкал
 - в) 16,3 Гкал
 - г) 29,48 Гкал
8. Определить значение самотяги дымовой трубы если ее высота 25 м, плотность воздуха составляет $\rho_a=1,368 \text{ кг/м}^3$, а температура уходящих газов $t_{yx}=180^\circ\text{C}$.
- а) 14,2 Па
 - б) 153,6 Па
 - в) 178,6 Па
 - г) 140,4 Па
9. Определить значение самотяги дымовой трубы если ее высота 20 м, плотность уходящих дымовых газов $\rho_e=0,81 \text{ кг/м}^3$, а температура воздуха $t_a=-25^\circ\text{C}$.

- а) 253,6 Па
 - б) 11,8 Па
 - в) 120,3 Па
 - г) 110,2 Па
10. Определить общее сопротивление газового тракта ТГУ, выполненного из стали. Длина газохода $L=5\text{м}$, высота трубы $H=20\text{м}$, диаметр газохода и трубы одинаков и равен $d=0,4\text{ м}$, плотность уходящих дымовых газов $\rho_g=0,8\text{ кг/м}^3$, скорость газов $w=8\text{м/с}$. Коэффициент местных сопротивлений входа в трубу и выхода из нее соответственно равны $\zeta_{\text{вх}}=0,45$, $\zeta_{\text{вых}}=1$.
- а) 69,12 Па
 - б) 75,23 Па
 - в) 152,8 Па
 - г) 52,2 Па

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Схема газовоздушного тракта ТГУ.
2. Естественная тяга ТГУ.
3. Сопротивление газового тракта ТГУ.
4. Искусственная тяга ТГУ, выбор устройств.
5. Типы стальных дымовых труб их особенности.
6. Конструкции и характеристики железобетонных, кирпичных и стальных дымовых труб.
7. Схемы компоновки оборудования топливного хозяйства при работе на угле. Склады твердого топлива.
8. Механизмы топливоподачи. Подготовка твердого топлива для сжигания.
9. Топливное хозяйство ТГУ на газообразном топливе.
10. Топливное хозяйство ТГУ на жидком топливе.
11. Конструкции дымовых труб и их расчет.
12. Общие положения порядка расчета нормативов топлива в котельных.
13. Исходные данные для расчета нормативов запасов топлива в котельных.
14. Определение неснижаемого норматива запаса топлива.
15. Расчет нормативного эксплуатационного запаса топлива.
16. Энергетические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ.
17. Режимные показатели ТГУ и мини-ТЭЦ.
18. Экономические показатели ТГУ и мини-ТЭЦ.
19. Собственные нужды ТГУ и мини-ТЭЦ. Статьи затрат.
20. Расчет потерь тепловой энергии с продувочной водой, баками различного назначения, другие потери.
21. Расчет расходов тепловой энергии на растопку котлов и на обдувку поверхностей нагрева.
22. Расчет расходов тепловой энергии на хозяйственно-бытовые нужды и технологические нужды ХВО.
23. Расчет расхода тепловой энергии на отопление помещения котельной.
24. Основы проектирования ТГУ и мини-ТЭЦ.
25. Оценка полноты информации от заказчика. Разработка тепловой схемы и водно-химического режима.
26. Требования по проходам, разводка трубопроводов.
27. Проектирование газовоздушного тракта, основные требования.
28. Проектирование дымовых труб, основные требования.
29. Отопление и вентиляция котельной.
30. Автоматика безопасности ТГУ.
31. Система сигнализации ТГУ.
32. Система автоматического регулирования ТГУ.
33. Контроль параметров ТГУ.

34. Основы эксплуатации ТГУ.
35. Выбор типа и числа котлов в отопительной котельной.
36. Повышение эффективности работы котельных.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал более 6 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Газовоздушный тракт	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест КР Зачет
2	Топливное хозяйство	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест КР Зачет
3	Нормирование расходов топлива	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест Зачет
4	Собственные нужды	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест КР Зачет
5	Основы проектирования и нормативная база	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест КР Зачет
6	Автоматизация и эксплуатация	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Зачет

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

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

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. Котельные установки и парогенераторы: Учебник / Лебедев В. М. - Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. - 375 с. - ISBN 978-5-89035-641-3. URL: <http://www.iprbookshop.ru/26812>
4. Сидельковский, Лазарь Наумович. Котельные установки промышленных предприятий [Текст] : учебник: допущено МО СССР. - 4-е изд., репринт. - М. : Бастет, 2009 (Ярославль : ОАО "Ярославский полиграфкомбинат", 2009). - 526 с. : ил. - Библиогр.: с. 520-521 (21 назв.). - ISBN 978-5-903178-13-1 : 522-00. (10 экз.)
5. Курносов, А.Т. Конструкции и характеристики теплогенераторов и их топочных устройств / А.Т. Курносов, Д.Н. Китаев, А.С. Бабич. – Воронеж. Изд-во ВГАСУ, 2007. – 50с. (58 экз.)
6. 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».
7. Теплогенерирующие установки: метод. указания к расчетам на ЭВМ характеристик продуктов сгорания топлив ТГУ с построением It – диаграммы для бакалавриата направления подготовки 08.03.01 «Строительство»,

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет; сост.: А. Т. Курносов, Д. Н. Китаев.— Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. — 10 с.

8. ТГУ и мини-ТЭЦ: метод. указания к вып. практ. расчетов и курсовой работы для бакалавров направления 08.03.01 «Строительство» / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Д. Н. Китаев, А.Т. Курносов. — Воронеж, 2021. — 29 с.

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:

Office Word, Microsoft Office Excel, AutoCAD, Mathcad, стройконсультант, Internet Explorer.

Китаев Д.Н. Курносов А.Т. Расчет характеристик продуктов сгорания топлива ТГУ (программа). Отраслевой фонд алгоритмов и программ 31 октября 2007г. № гос. рег. 50200702253. Москва.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

<http://www.stroykonsultant.com>, <http://elibrary.ru>, www.rosteplo.ru, www.energohelp.ru, www.portal-energo.ru, www.energsovet.ru, www.minenergo.gov.ru, www.rosenergo.gov.ru, www.iprbookshop.ru

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

По дисциплине «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

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 нормирования расходов топлива и технико-экономических параметров ТГУ и мини-ТЭЦ.. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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 аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.