

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Бурковский А.В.
«31» августа 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Тепловые электрические станции»

Направление подготовки 13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2017

Автор программы

/Хрипунов К.Г./

Заведующий кафедрой
Теоретической и
промышленной
теплоэнергетики

/Бараков А.В./

Руководитель ОПОП

/Кожухов Н.Н./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Получение знаний студентами о состоянии и перспективах развития тепловых электрических станций, которые обеспечивают централизованное производство, преобразование, распределение и увязку потоков энергоносителей, используемых для надежного и экономичного проведения технологических процессов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение вопросов теории, расчета, проектирования и эксплуатации тепловых электрических станций, а также ознакомление с тепловыми схемами, оборудованием и технико-экономическими показателями тепловых электростанций.

Приобретение умений и навыков в проведении тепловых расчетов в решении практических задач, связанных с процессами, протекающими в теплотехническом оборудовании электростанций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Тепловые электрические станции» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-1 - способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией

ПК-2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

ПК-3 - способностью участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	Знать основные законы термодинамики, гидрогазодинамики, тепломассопереноса
	Уметь применять знание базовых физических законов к процессам, протекающим в основных элементах тепловых схем и теплотехническом оборудовании
	Владеть методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-1	Знать основную нормативную документацию по проектированию энергообъектов
	Уметь обрабатывать и анализировать исходные данные
	Владеть методиками и математическим аппаратом проектирования энергообъектов
ПК-2	Знать основные характеристики проектируемого технологического оборудования
	уметь проводить расчеты по типовым методикам проектирования
	Владеть методиками проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации
ПК-3	Знать основные технико-экономические показатели (ТЭП) электростанций
	Уметь проводить предварительные расчеты ТЭП в рамках ТЭО проекта
	Владеть стандартными методиками ТЭО

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Тепловые электрические станции» составляет 9 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	126	54	72
В том числе:			
Лекции	54	18	36
Практические занятия (ПЗ)	42	18	24
Лабораторные работы (ЛР)	30	18	12
Самостоятельная работа	162	90	72
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	36	-	36

Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	324	144	180
зач.ед.	9	4	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		9	10
Аудиторные занятия (всего)	36	18	18
В том числе:			
Лекции	14	6	8
Практические занятия (ПЗ)	12	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	10	6	4
Самостоятельная работа	275	122	153
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	324	144	180
зач.ед.	9	4	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Характеристика энергетики России Технико-экономические показатели электростанций. Комбинированное производство теплоты и электроэнергии	Топливо-энергетический комплекс России. Энергетические ресурсы и электрификация. Электрические станции и энергосистемы. ЕЭС России. Электрическое и тепловое потребление. Теплоснабжение и теплофикация. Классификация электростанций и их организационная структура Технико-экономические показатели электростанций. Комбинированное производство теплоты и электроэнергии Тепловая экономичность и энергетические показатели теплоэлектростанций. Тепловой баланс ТЭЦ. Сравнение тепловой экономичности энергетических установок. Капитальные затраты. Годовые энергетические показатели. КПД электростанций. Коэффициенты теплофикации ТЭЦ. Методики расчета оптимальных значений коэффициента теплофикации. Характеристика потребителей теплоты. Схемы отпуски пара. Редукционно-охладительные установки. Системы теплоснабжения. Схемы	10	6	6	26	48

		подогрева сетевой воды. Сетевые подогреватели и пиковые водогрейные котлы. Потери пара и конденсата. Водно-химический режим и водоподготовка Коэффициенты использования установленной мощности и надежности оборудования. Себестоимость энергии и расчетные затраты					
2	Принципиальные схемы тепловых электростанций	Типы тепловых электростанций. Технологическая схема и управление электростанцией. Основные технические и экономические требования к ТЭС. Принципиальные схемы паротурбинных ТЭС. Начальные и конечные параметры пара. Промежуточный перегрев пара. Регенеративный подогрев питательной воды. Методы расчета тепловых схем. Тепловая экономичность и энергетические показатели конденсационной электростанции. Тепловой баланс КЭС. Распределение регенеративного подогрева воды на турбоустановках с промежуточным перегревом пара и без него. Пристройки и надстройки существующих станций. Схемы газотурбинных и парогазовых электростанций.	10	6	6	26	48
3	Оборудование электростанций и компоновка главного корпуса	Основные факторы, определяющие выбор оборудования. Расчет мощности станции. Выбор типа и числа турбин, котлов, подогревателей и насосов. Схемы и системы трубопроводных связей. Компоновка главного корпуса. Конструктивные особенности промышленных ТЭЦ	10	6	6	26	48
4	Электрическая часть тепловых электростанций	Генераторы и силовые трансформаторы. Главные схемы электрических соединений. Коммутационная аппаратура: выключатели, разъединители, отделители. Собственные нужды электростанций. Распределительные устройства. Измерительные трансформаторы напряжения и тока. Схемы вторичных соединений. Релейная защита. Оперативный ток. Щиты управления. АСУ в энергетике. Кабельные сооружения, аккумуляторные и вспомогательные устройства	8	8	4	28	48
5	Генеральный план электростанции. Основные системы Общие вопросы системного подхода к проектированию тепловых электростанций	Требования к расположению станции. Состав электростанции. Схема генерального плана. Системы водоснабжения промышленных электростанций. Топливное хозяйство станции. Шлакоудаление, очистка дымовых газов, отвод их в атмосферу. Выбор площадки для строительства. Генеральный план. Главный корпус электростанции. Вспомогательные сооружения электростанции. Конструктивные элементы и специальные конструкции. Организация строительства тепловых электростанций. Строительная база. Периоды строительства.	8	8	4	28	48

		Схемы и графики производства работ					
6	Эксплуатация тепловых электростанций Перспективы развития тепловых электростанций и энергосистем	Задачи эксплуатации. Режимы совместной работы агрегатов и блоков. Пусковые режимы. Ремонт оборудования. Организация эксплуатации станции. Диспетчерская дисциплина. Регулирование работы электростанций в энергосистемах. Технический учет, планирование и наладка режимов. Организация переключений в электрических и тепловых схемах электростанций. Особенности эксплуатации в период пуско-наладочных испытаний. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. Правила техники безопасности и пожарной безопасности Основные направления совершенствования ТЭС. Атомные электростанции, газотурбинные, парогазовые, МГД-установки. Перспективы развития энергосистемы России. Экономическое и организационное совершенствование энергетики	8	8	4	28	48
Итого			54	42	30	162	288

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Характеристика энергетики России Технико-экономические показатели электростанций. Комбинированное производство теплоты и электроэнергии	Топливо-энергетический комплекс России. Энергетические ресурсы и электрификация. Электрические станции и энергосистемы. ЕЭС России. Электрическое и тепловое потребление. Теплоснабжение и теплофикация. Классификация электростанций и их организационная структура Технико-экономические показатели электростанций. Комбинированное производство теплоты и электроэнергии Тепловая экономичность и энергетические показатели теплоэлектроцентрали. Тепловой баланс ТЭЦ. Сравнение тепловой экономичности энергетических установок. Капитальные затраты. Годовые энергетические показатели. КПД электростанции. Коэффициенты теплофикации ТЭЦ. Методики расчета оптимальных значений коэффициента теплофикации. Характеристика потребителей теплоты. Схемы отпуска пара. Редукционно-охладительные установки. Системы теплоснабжения. Схемы подогрева сетевой воды. Сетевые подогреватели и пиковые водогрейные котлы. Потери пара и конденсата. Водно-химический режим и водоподготовка Коэффициенты использования установленной мощности и надежности оборудования. Себестоимость энергии и расчетные затраты	4	2	2	46	54
2	Принципиальные схемы тепловых электростанций	Типы тепловых электростанций. Технологическая схема и управление электростанций. Основные технические и экономические	2	2	2	46	52

		<p>требования к ТЭС. Принципиальные схемы паротурбинных ТЭС. Начальные и конечные параметры пара. Промежуточный перегрев пара. Регенеративный подогрев питательной воды. Методы расчета тепловых схем. Тепловая экономичность и энергетические показатели конденсационной электростанции. Тепловой баланс КЭС. Распределение регенеративного подогрева воды на турбоустановках с промежуточным перегревом пара и без него. Пристройки и надстройки существующих станций. Схемы газотурбинных и парогазовых электростанций.</p>					
3	Оборудование электростанций и компоновка главного корпуса	<p>Основные факторы, определяющие выбор оборудования. Расчет мощности станции. Выбор типа и числа турбин, котлов, подогревателей и насосов. Схемы и системы трубопроводных связей. Компоновка главного корпуса. Конструктивные особенности промышленных ТЭЦ</p>	2	2	2	46	52
4	Электрическая часть тепловых электростанций	<p>Генераторы и силовые трансформаторы. Главные схемы электрических соединений. Коммутационная аппаратура: выключатели, разъединители, отделители. Собственные нужды электростанций. Распределительные устройства. Измерительные трансформаторы напряжения и тока. Схемы вторичных соединений. Релейная защита. Оперативный ток. Щиты управления. АСУ в энергетике. Кабельные сооружения, аккумуляторные и вспомогательные устройства</p>	2	2	2	46	52
5	Генеральный план электростанции. Основные системы Общие вопросы системного подхода к проектированию тепловых электростанций	<p>Требования к расположению станции. Состав электростанции. Схема генерального плана. Системы водоснабжения промышленных электростанций. Топливное хозяйство станции. Шлакоудаление, очистка дымовых газов, отвод их в атмосферу. Выбор площадки для строительства. Генеральный план. Главный корпус электростанции. Вспомогательные сооружения электростанции. Конструктивные элементы и специальные конструкции. Организация строительства тепловых электростанций. Строительная база. Периоды строительства. Схемы и графики производства работ</p>	2	2	2	46	52
6	Эксплуатация тепловых электростанций Перспективы развития тепловых электростанций и энергосистем	<p>Задачи эксплуатации. Режимы совместной работы агрегатов и блоков. Пусковые режимы. Ремонт оборудования. Организация эксплуатации станции. Диспетчерская дисциплина. Регулирование работы электростанций в энергосистемах. Технический учет, планирование и наладка режимов. Организация переключений в электрических и тепловых схемах электростанций. Особенности эксплуатации в период</p>	2	2	-	45	49

		пуско-наладочных испытаний. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. Правила техники безопасности и пожарной безопасности Основные направления совершенствования ТЭС. Атомные электростанции, газотурбинные, парогазовые, МГД-установки. Перспективы развития энергосистемы России. Экономическое и организационное совершенствование энергетики					
Итого			14	12	10	275	311

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Математическое моделирование режимов работы паропровода
2. Математическое моделирование режимов работы котла-утилизатора
3. Математическое моделирование переменных режимов паровой турбины с двумя регулируемыми отборами

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной формы обучения, 10.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование промышленной ТЭЦ»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- определение характеристики годовых тепловых нагрузок у потребителей;
- выбор основного оборудования электростанции;
- расчет тепловой схемы;
- разработка генерального плана;
- разработка компоновки главного корпуса.

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

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

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

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
-------------	---	---------------------	------------	---------------

	компетенции			
ОПК-2	Знать основные законы термодинамики, гидрогазодинамики, теплопереноса	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять знание базовых физических законов к процессам, протекающим в основных элементах тепловых схем и теплотехническом оборудовании	Решение стандартных практических задач, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	Знать основную нормативную документацию по проектированию энергообъектов	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь обрабатывать и анализировать исходные данные	Решение стандартных практических задач, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методиками и математическим аппаратом проектирования энергообъектов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать основные характеристики проектируемого технологического оборудования	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить расчеты по типовым методикам проектирования	Решение стандартных практических задач, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методиками проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать основные технико-экономические показатели (ТЭП) электростанций	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить предварительные расчеты ТЭП в рамках ТЭО проекта	Решение стандартных практических задач, выполнение курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть стандартными методиками ТЭО	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение	Выполнение работ в срок, предусмотренный	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в

		курсового проекта	в рабочих программах	рабочих программах
--	--	-------------------	----------------------	--------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8 семестре для очной формы обучения, 9, 10 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	Знать основные законы термодинамики, гидрогазодинамики, тепломассопереноса	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять знание базовых физических законов к процессам, протекающим в основных элементах тепловых схем и теплотехническом оборудовании	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	Знать основную нормативную документацию по проектированию энергообъектов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь обрабатывать и анализировать исходные данные	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методиками и математическим аппаратом проектирования энергообъектов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать основные	Тест	Выполнение	Выполнение	Выполнение	В тесте

	характеристики проектируемого технологического оборудования		теста на 90-100%	теста на 80-90%	теста на 70-80%	менее 70% правильных ответов
	уметь проводить расчеты по типовым методикам проектирования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методиками проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать основные технико-экономические показатели (ТЭП) электростанций	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь проводить предварительные расчеты ТЭП в рамках ТЭО проекта	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть стандартными методиками ТЭО	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован 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. Централизованное теплоснабжение потребителей с использованием отработавшей в тепловом двигателе теплоты (пара из паровой турбины или газа из ГТУ) называется

- а) выработкой электроэнергии на тепловом потреблении;
- б) теплофикацией;
- в) теплоэлектроцентралью.

2. По энергетическому назначению ТЭС разделяются на

- а) конденсационные и теплоэлектроцентрали;
- б) блочные и неблочные;
- в) паротурбинные и газотурбинные.

3. Общий план размещения сооружений на площадке называют

- а) компоновкой главного корпуса;
- б) генеральным планом электростанции;
- в) главной электрической схемой станции.

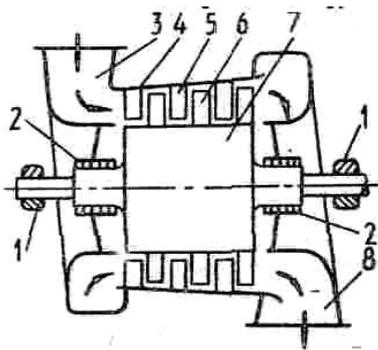
4. Использование отработавшего пара (газа) для подогрева рабочего тела тепловых двигателей ТЭС называют

- а) регенерацией теплоты;
- б) генерацией теплоты;
- в) экономией теплоты.

5. Наибольшее влияние на располагаемую мощность газовых турбин из климатических факторов оказывает

- а) влажность;
- б) температура;
- в) давление.

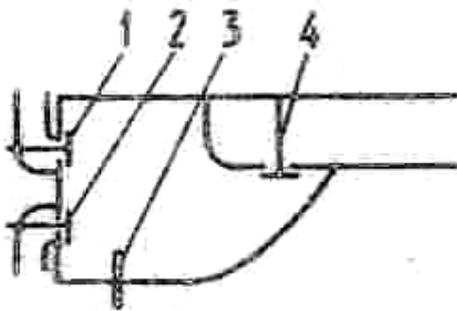
6.



На рисунке изображена схема

- а) многоступенчатой турбины;
- б) многоступенчатого осевого компрессора;
- в) камера прерывистого горения.

7.

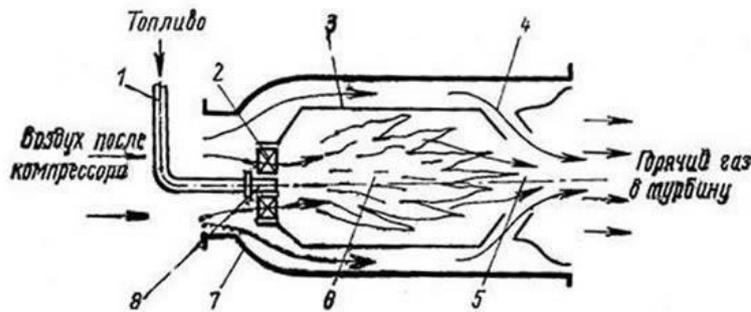


На рисунке изображена схема

- а) Камеры прерывистого горения

- б) Камеры непрерывного горения.
- в) Одноступенчатой турбины.

8.



На рисунке изображена схема

- а) Камеры сгорания ГТУ
- б) Горелки котла;
- в) Ступени паровой турбины.

9. Энергетическая установка, служащая для получения электрической энергии в значительных количествах называется

- а) линией электропередачи;
- б) электростанцией;
- в) электрификацией.

10. В настоящее время наиболее широко применяется вид промежуточного перегрева пара в паротурбинных установках, называемый

- а) газовым;
- б) паровым;
- в) конденсационным;
- г) питательным.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определить КПД ТЭЦ брутто по выработке электроэнергии и теплоты, если удельный расход условного топлива на выработку 1 МДж электроэнергии равен 0,108 кг/МДж и удельный расход условного топлива на выработку 1 МДж теплоты равен 0,042 кг/МДж.

- а) 0,317 и 0,814;
- б) 317 и 814;
- в) 0,031 и 0,081.
- г) нет правильного ответа.

2. Конденсационная станция израсходовала $V = 660 \cdot 10^6$ кг/год каменного угля с низшей теплотой сгорания = 24700 кДж/кг и выработала электроэнергии = $545 \cdot 10^{10}$ кДж/год. Определить удельный расход условного топлива на выработку 1 МДж электроэнергии.

- а) 0,102 кг/МДж;
- б) 102 кг/МДж;
- в) 0,0102 кг/МДж;
- г) 12кг/МДж.

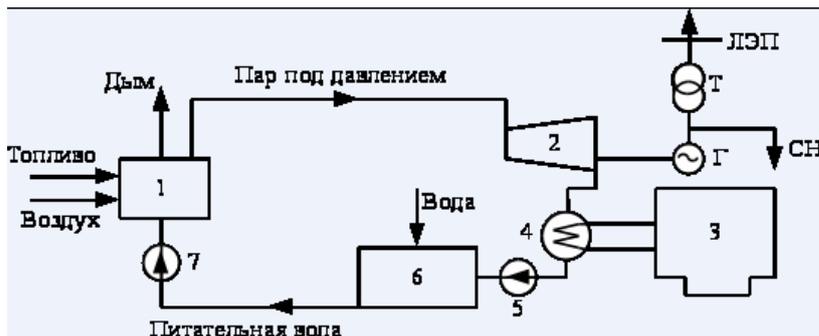
3. Теплоэлектроцентраль израсходовала $V_{ТЭЦ} = 78 \cdot 10^6$ кг/год топлива, выработав при этом электрической энергии $= 54 \cdot 10^{10}$ кДж/год и отпустив теплоты внешним потребителям $= 3,36 \cdot 10^{11}$ кДж/год. Определить удельные расходы условного топлива на выработку 1 МДж электроэнергии и 1 МДж теплоты, если тепловой эквивалент сжигаемого на ТЭЦ топлива $\mathcal{E} = 0,9$ и КПД котельной установки $= 0,89$.

- а) 0,206 кг/МДж и 0,058 кг/МДж;
- б) 0,106 кг/МДж и 0,038 кг/МДж;
- в) 106 кг/МДж и 38 кг/МДж;
- г) 0,0106 кг/МДж и 0,0038 кг/МДж.

4. Теплоэлектроцентраль израсходовала $V_{ТЭЦ} = 88 \cdot 10^6$ кг/год каменного угля с низшей теплотой сгорания $= 25700$ кДж/кг, выработав при этом электроэнергии $= 152 \cdot 10^6$ кВт·ч/год, отпустив теплоты внешним потребителям $= 5,14 \cdot 10^{11}$ кДж/год. Определить удельный расход теплоты на выработку 1 кВт·ч энергии (для условного топлива), если КПД котельной установки $= 0,87$.

- а) 11 МДж/(кВт·ч);
- б) 12 МДж/(кВт·ч);
- в) 21 МДж/(кВт·ч);
- г) 41 МДж/(кВт·ч).

5. Принципиальная технологическая схема тепловых электростанций приведена на рисунке. Выбрать на схеме турбину:



- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 6.

6. Если место строительства расположено на высоте 100 метров над уровнем моря, то мощность газовой турбины на сколько будет меньше, чем на уровне моря?

- а) на 5%;
- б) на 10 %;

- в) на 1 %;
- г) на 6%.

7. Теплоэлектроцентраль выработала электроэнергии = $32 \cdot 10^{10}$ кДж/год и отпустила теплоты внешним потребителям = $2,8 \cdot 10^{11}$ кДж/год. Определить годовой расход топлива, если удельный расход условного топлива на выработку 1 МДж электроэнергии 0,104 кг/МДж, КПД ТЭЦ брутто по выработке теплоты 0,85 и тепловой эквивалент сжигаемого на ТЭЦ топлива $\Theta = 0,86$.

- а) $V_{\text{ТЭЦ}} = 51,6 \cdot 10^6$ кг/год;
- б) $V_{\text{ТЭЦ}} = 51,6 \cdot 10^5$ кг/год;
- в) $V_{\text{ТЭЦ}} = 51,6 \cdot 10^4$ кг/год;
- г) $V_{\text{ТЭЦ}} = 51,6 \cdot 10^3$ кг/год.

8. Мощность ПГУ определяется выражением:

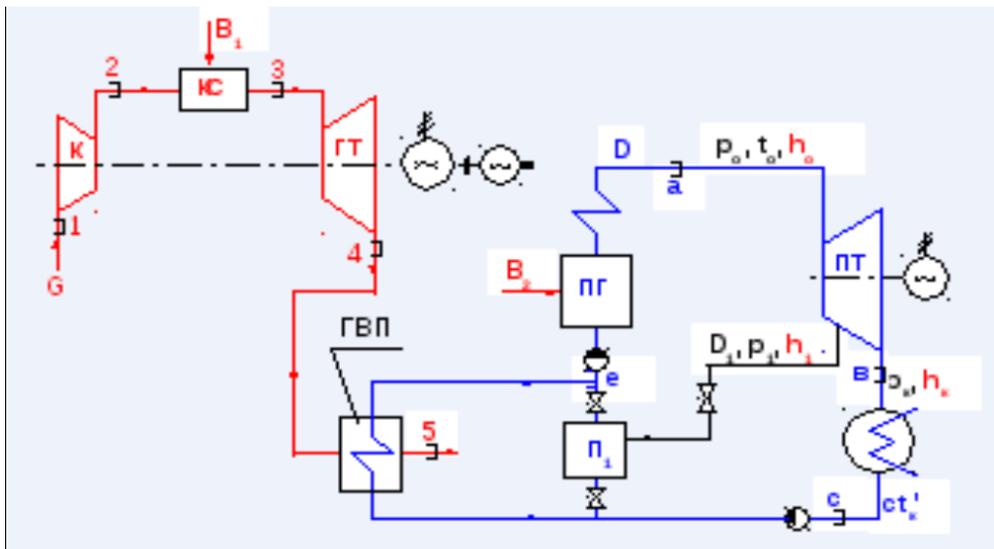
а) $\overline{W_{\text{ПГУ}}} = Gc_p((T_3 - T_4) \cdot (T_2 - T_1)) + D(h_0 - h_k)$

б) $Q_1 = Gc_p(T_3 - T_2) + D(h_{\text{ок}} - ct')$

в) $\eta_{\text{ПГУ}} = \frac{W_{\text{ПГУ}}}{Q_1}$

г) $Q_2 = Gc_p(T_5 - T_{1к}) + D(h - ct')$

9. Название ПГУ соответствующее данной схеме работы?



- а) независимая;
- б) зависимая;
- в) полузависимая;
- г) смежная.

10. Газотурбинная установка работает по циклу с подводом теплоты при $v = \text{const}$ и с полной регенерацией. Известны параметры: $t_1 = 30^\circ\text{C}$ и $t_5 = 400^\circ\text{C}$, а также $\lambda = p_2/p_1 = 4$. Рабочее тело — воздух. Определить термический к.п.д. этого цикла. Изобразить цикл в $p-v$ и $T-s$ — диаграммах.

- а) $\eta_t = 0,41$;
- б) $\eta_t = 0,31$;
- в) $\eta_t = 41$;
- г) $\eta_t = 31$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

11. Какой цех на ТЭС является основным цехом?

- а) химический цех;
- б) цех централизованного ремонта;
- в) котлотурбинный цех;
- г) топливно-транспортный цех.

12. Где располагается щит управления основным оборудованием?

- а) между котельным и турбинным цехом;
- б) в административном здании;
- в) в химическом цехе;
- г) в отдельном здании.

13. Назовите основные составляющие парового энергетического котла?

- а) топка, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, каркас, обмуровка, тепловая изоляция, обшивка;
- б) статор, ротор, генератор, рабочие лопатки;
- в) барабан, топка, конденсатор, насос;
- г) вал, ротор, диафрагма, корпус.

14. На какие виды делятся энергетические котлы по конструктивным особенностям?

- а) с естественной циркуляцией и принудительной циркуляцией;
- б) барабанные и прямоточные;
- в) паровые и водогрейные;
- г) прямоточные и паровые.

15. На какие виды делятся энергетические котлы и по способу циркуляции воды?

- а) с естественной циркуляцией и принудительной циркуляцией;
- б) барабанные и прямоточные;
- в) паровые и водогрейные;
- г) прямоточные и паровые.

16. На какое давление проектируются барабанные котлы?

- а) 23,5 МПа;
- б) 22,5 МПа;
- в) 13,7 МПа;

г) 3,92–13,7 МПа.

17. Какой КПД конденсационной электростанции?

а) $\approx 39\%$;

б) 65%;

в) 20%;

г) 100%.

18. С какой температурой дымовые газы через дымовую трубу покидают ТЭС?

а) 80–100 °С;

б) 100–120 °С;

в) 130–160 °С;

г) 170–200 °С.

19. Какую теплоту сгорания имеет условное топливо?

а) 7000 ккал/кг;

б) 29330 кДж/кг;

в) 20 МДж/кг;

г) 5 000 ккал/кг.

20. Что означает маркировка турбины Р?

а) конденсационная;

б) теплофикационная;

в) с противодавлением.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Значение энергетики в современном мире. Основные виды электростанций. Понятие паротурбинных и парогазовых электростанций.

2. Принципиальные схемы электростанций. Техничко-экономические показатели электростанций. Комбинированное производство теплоты и электроэнергии.

3. Оборудование электростанций. Генеральный план и компоновка главного корпуса. Схемы технического водоснабжения.

4. Графики пуска и останова основного оборудования электростанций. Технический учет и управление электростанцией. Системы АСУ ТП. Оперативно-диспетчерская дисциплина.

5. Пункты подготовки газа. Дожимные компрессорные станции. Газовые турбины. Котлы – утилизаторы. Вентиляторные и башенные градирни.

6. Характеристики термодинамических циклов ГТУ и их анализ. Осевые компрессоры энергетических газотурбинных установок. Виды сжигаемых в

ГТУ топлив.

7. Камеры сгорания энергетических ГТУ. Тепловой расчет энергетической ГТУ.

8. Конструктивные схемы и начальные параметры газов. Проточная часть и элементы конструкции. Эксплуатация газотурбинных энергетических установок. Охлаждение газовых турбин.

9. Способы регулирования нагрузки. Влияние параметров наружного воздуха. Системы автоматического регулирования и управления работой энергетических ГТУ.

10. Котлы – утилизаторы и паровые турбины в тепловой схеме ПГУ. Парогазовые установки с одноконтурными и двухконтурными котлами – утилизаторами. Регулирование нагрузки ПГУ с котлом – утилизатором.

11. Комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на ПГУ и ГТУ. Классификация основных схем и анализ режимов работы. Показатели тепловой экономичности. Регулирование отпуска теплоты от ПГУ – ТЭЦ.

12. Парогазовые технологии на пылеугольных электростанциях.

13. Снижение вредного воздействия на окружающую среду за счет совершенствования технологических процессов и установок.

14. Новые подходы к проектированию и строительству паротурбинных и парогазовых электростанций. Использование вторичных энергоресурсов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 3 объемных теоретических вопроса и задачу. Каждый правильный и полный ответ на вопрос в тесте оценивается в 5 баллов, задача оценивается в 10 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 25.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 10 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 15 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 20 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 20 до 50 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Характеристика энергетики России Технико-экономические показатели электростанций. Комбинированное производство теплоты и электроэнергии	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, курсовой проект
2	Принципиальные схемы тепловых электростанций	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, курсовой проект

3	Оборудование электростанций и компоновка главного корпуса	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, курсовой проект
4	Электрическая часть тепловых электростанций	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, курсовой проект
5	Генеральный план электростанции. Основные системы Общие вопросы системного подхода к проектированию тепловых электростанций	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, курсовой проект
6	Эксплуатация тепловых электростанций Перспективы развития тепловых электростанций и энергосистем	ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Тест, курсовой проект

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. Стерман Л.В. Тепловые и атомные электрические станции : Учеб. пособие / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. - 3-е изд., перераб. - М. : Изд-во МЭИ, 2004. - 424 с.
2. Стогней В.Г. Тепловые электрические станции : Учеб. пособие / В.Г. Стогней. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2006. - 149 с.
3. Тепловые и атомные электрические станции : справочник . Кн. 3 / под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. - 2-е изд., перераб. - М. : Энергоатомиздат, 1989 (Л. : Ленингр. тип. № 2 об-ния "Техн. книга" им.

Е. Соколовой, 1989). - 603 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:

Лицензионное программное обеспечение:

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия)
- ABBYY FineReader 9.0
- LibreOffice

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных:

Сайт теплотехника

Адрес ресурса: <http://teplokot.ru/>

Министерство энергетики

Адрес ресурса: <https://minenergo.gov.ru/>

Чертижи.ru

Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

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

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

По дисциплине «Тепловые электрические станции» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не

нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета тепловых схем электростанций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

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

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

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

	систематизации материала.
--	---------------------------

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1.	Актуализирован раздел 8.1 в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современного профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2018	
2.	Актуализирован раздел 8.1 в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3.	Актуализирован раздел 8.1 в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	