

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 29.06.2026 12:20:12

Уникальный проприетарный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«КОГЕНЕРАЦИЯ. ПАРОГАЗОВЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ»

Направление подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль)

«Теплоэнергетика и теплотехника»

Квалификация

Магистр

Год начала подготовки: 2026

Грозный – 2026

1. Цели и задачи дисциплины

Основная цель курса: В результате освоения дисциплины «Когенерация. Парогазовые энергоустановки» магистрант приобретает знания, умения и навыки по эксплуатации и обслуживанию установок и оборудования современного производства электрической и тепловой энергии с высокой эффективностью, выполнением требований защиты окружающей среды и правил безопасности производства; научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности в области современных технологий производства электрической и тепловой энергии.

Задачи изучения курса:

- приобретение студентами необходимых знаний о принципах работы ГТУ;
- получения навыков решения теоретических задач по определению термодинамических параметров ГТУ;
- овладение навыками контроля основных параметров и режимов работы агрегата;
- формирование навыков оптимального и рационального использования современных технологий;
- применение полученных знаний, навыков и умений в последующей профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Когенерация. Парогазовые энергоустановки» относится к обязательной части дисциплин ОП направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и предусмотрена для изучения в 4 семестре курса, базируется на знании общетехнических и специальных дисциплин: Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий, Инновационные технологии производства электрической и тепловой энергии. Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях, Тепломассообменные процессы и оборудование энергетики, методы расчета тепломассообменных процессов, Испытание, наладка и надежность теплоэнергетического оборудования.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Профессиональные		
ПК-2 Способность к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства; обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.	ПК-2.1. Анализирует информацию по новейшим в мировом масштабе разработкам технологий применяемых на данном предприятии и предлагает готовые решения по их внедрению; ПК-2.2. Вырабатывает план мероприятий и последовательность проведения операций по совершенствованию	Знать: - типы комбинированных газо- и паротурбинных установок для выработки электрической и тепловой энергии; - особенности рабочего процесса в парогазовых энергоустановках различных схем для выработки электрической и тепловой энергии; - пути и методы обеспечения высокой топливной экономичности и обоснованной надёжности на проектно- конструкторской и

	технологических решений и последовательное внедрение их в производственный процесс; ПК-2.3. Использует современные нормативные методы определения работоспособности оборудования, на основе грамотной работы с технологической документацией, техническими регламентами и паспортами своевременно сообщает руководству о необходимости проведения его ремонта и модернизации.	эксплуатационной стадиях жизненного цикла парогазовых энергоустановок; - место котельной установки и парогенератора в технологической схеме ТЭС и АЭС. Уметь: - принимать решения в области теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии с учетом особенностей тепловых схем ПГУ для выработки электрической и тепловой энергии; - производить тепловой расчёт парогазотурбинных установок различных схем для выработки электрической и тепловой энергии. Владеть: - навыками работы с нормативной и технической документацией; - методами построения современных тепловых схем парогазовых энергоустановок для выработки электрической и тепловой энергии; - принципами построения алгоритмов расчета теплотехнических энергоустановок для выработки электрической и тепловой энергии; - навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования парогазовых энергоустановок.
ПК-3 Способность к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по	ПК-3.1. Осуществляет контроль и учет за потребляемыми энергоресурсами, вносит предложения по эффективному использованию	Знать: - схемы генерации пара и характеристика процессов генерации; - основные уравнения гидродинамики и теплообмена водонапорного тракта; - принципиальные тепловые

экономии энергоресурсов.	вторичных энергоресурсов; ПК-3.2. Способен разработать план мероприятий по проведению внутреннего энергетического аудита по указанному руководством объекту, на основании которого предложить меры по ресурсо-и энергосбережению и повышения энергетической эффективности.	схемы парогазовых энергоустановок с КУ; - термодинамические свойства ПГУ с КУ; основные показатели ПГУ; схемы парогазовых энергоустановок с КУ с дожиганием топлива; - ПГУ с параллельной схемой работы: тепловые схемы, конструкция КУ, особенности технологического процесса. Уметь: - составлять технические условия на проведение экспериментальных испытаний парогазовых энергоустановок для выработки электрической и тепловой энергии; - определять эксплуатационные характеристики парогазовых энергоустановок для выработки электрической и тепловой энергии. Владеть: - методикой расчета, простого и сложного контуров циркуляции; - методикой расчета конвективных поверхностей нагрева; - методикой расчетов воздушного и дымового трактов котла; - методами сравнения тепловой экономичности энергоустановок.
---------------------------------	--	---

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы		Всего часов/ зач.ед.		Семестры	
				2	2
		ОФО		ОФО	
Контактная работа (всего)		64/1,8		64/1,8	
В том числе:					
Лекции		32/0,9		32/0,9	
Практические занятия		32/0,9		32/0,9	
Семинары					
Лабораторные работы					
Самостоятельная работа (всего)		53/1,5		53/1,5	
В том числе:					
Курсовая работа (проект)					
Расчетно-графические работы					
ИТР					
Рефераты					
Доклады		17/0,5		17/0,5	
Презентации					
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам					
Подготовка к практическим занятиям		36/1		36/1	
Подготовка к зачету					
Подготовка к экзамену					
Вид промежуточной аттестации					
Контроль		27/0,7		27/0,7	
Вид отчетности		экзамен		экзамен	
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	144		144	
	ВСЕГО в зач. единицах	4		4	

5. Содержание дисциплины

5.1 Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Технологические схемы котельных установок, ТЭС и АЭС. Особенности конструктивного оформления	Паросиловые и газовые тепловые двигатели. Парогазовые установки (ПГУ) как перспективное направление развития теплоэнергетики. Принципиальные схемы паротурбинной электростанции на органическом и ядерном топливе. Место котельной установки и парогенератора в технологической схеме ТЭС и АЭС. Схемы котельной и парогенераторной установки в комплексе со вспомогательным оборудованием. Схемы генерации пара и характеристика процессов генерации. Особенности и конструктивное оформление паровых котлов прямоточного действия, с естественной и принудительной циркуляцией. Характеристика поверхностей нагрева и их компоновка. Пароводяной, топливный, газовый и воздушный тракты. Классификация паровых котлов и области их применения. ГОСТы на котлы. Энергетические котлы, выпускаемые отечественными заводами
2	Гидродинамика и температурный режим поверхностей нагрева. Гидравлический расчет	Гидродинамика и надежность работы элементов котла. Основные уравнения гидродинамики и теплообмена водонапорного тракта. Особенности гидродинамики систем с естественной циркуляцией. Классификация испарительных систем котлов. Температура стенки трубы и ее зависимость от условий обогрева. Основы методики расчета контуров циркуляции. Тепловая и гидравлическая неравномерность в обогреваемых трубах. Кризисы теплообмена в парообразующих трубах. Застой и опрокидывание циркуляции. Гидродинамика систем с принудительным движением теплоносителя. Гидродинамическая неустойчивость. Пульсация потока и меры по ее устранению. Уравнительное и регулировочное шайбование. Гидравлическая характеристика многотрубных систем. Тепловая и гидравлическая развертка. Гидродинамика испарительных систем котлов с естественной циркуляцией. Методика расчета, простого и сложного контуров циркуляции. Схемы организации движения воды и пароводяной смеси. Гидродинамика водогрейных котлов, экономайзеров и пароперегревателей. Порядок гидравлического расчета котлов с естественной и принудительной циркуляцией. Гидравлический расчет КУ

3	Теплообмен в элементах котла. Тепловой и конструктивный расчеты котла.	Тепловой баланс и температурный уровень топки. Теплообмен в топке. Тепловые характеристики настенных экранов. Излучательная способность факела. Выбор температуры продуктов сгорания на выходе из топочной камеры. Выбор конечного охлаждения газов в топке. Методика расчета теплообмена в топке. Лучистый теплообмен в газоходах котла. Коэффициенты теплопередачи и выбор оптимальной скорости продуктов сгорания в конвективных газоходах. Методика расчета конвективных поверхностей нагрева. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена в элементах котла. Распределение тепловосприятий между поверхностями нагрева. Техничко-экономический выбор охлаждения газов в котле. Задачи и последовательность конструкторского и поверочного расчетов котла.
4	Аэродинамика газовоздушного тракта. Аэродинамический расчет котла	Аэродинамика топки. Аэродинамические сопротивления газовоздушного тракта и способы их преодоления. Схемы газовоздушных трактов котлов. Основы методики расчетов воздушного и дымового трактов котла. Назначение и принцип работы дымовой трубы. Выбор вентилятора и дымососа. Основы регулирования расхода воздуха. Методика аэродинамического расчета котельной установки. Аэродинамический расчет КУ.
5	Энергетические парогазовые установки.	Устройство газотурбинной установки и ее основных элементов. Камеры сгорания: история развития, устройство и принцип действия, классификация, осложнения, связанные с эксплуатацией. Компрессоры: устройство и принцип действия, особенности эксплуатации. Турбины: устройство и принцип действия, особенности эксплуатации. Методика расчета ГТУ. Преимущества и недостатки паросиловых и газовых тепловых двигателей. Термодинамические циклы Брайтона и Брайтона – Ренкина простейших тепловых схем ГТУ и различных типов ПГУ. Газотурбинная установка – основной элемент в тепловых схемах ПГУ. Влияние начальных и конечных параметров. Влияние климатических характеристик на показатели ГТУ. Влияние температуры наружного воздуха, давления и влажности на характеристики ГТУ. Влияние качества воздуха на показатели ГТУ. Режимы работы ГТУ и вопросы эксплуатации. Переменные режимы ГТУ, пуско-остановочные режимы. Техническое обслуживание ГТУ. Влияние качества воздуха на показатели ГТУ.

6	Основные элементы ПГУ. Тепловой конструктивный и поверочный расчеты КУ	Использование газотурбинных установок в качестве привода электрогенераторов ТЭС. Схемы и циклы энергетических ГТУ. Характеристики тепловых схем энергетических ГТУ: принцип работы, показатели. Способы повышения экономичности ГТУ. Основные элементы ПГУ. Котлы-утилизаторы. Паровые турбины. Типы и схемы конструкции котлов-утилизаторов, использование труб с наружным оребрением. Основные положения теплового конструкторского и поверочных расчетов КУ. Дожигание топлива в КУ, способы, назначение. Паровые турбины в тепловой схеме ПГУ с КУ, параметры пара, особенности конструкции и расчета тепловой схемы. Одновальные и многовальные схемы ПГУ с КУ, регулирование электрической нагрузки. Определение показателей экономичности. Блочные системы ГТУ. Топливное хозяйство ГТУ. Системы автоматизации и защиты. Системы подготовки воздуха. Системы шумоглушения. Система маслоснабжения. Антипомпажная система.
7	Парогазовые установки с котлом – утилизатором. Парогазовые установки сбросного типа.	Принципиальные тепловые схемы парогазовых энергоустановок с КУ. Термодинамические свойства ПГУ с КУ. Основные показатели ПГУ. Схемы парогазовых энергоустановок с КУ с дожиганием топлива. Характеристики ПГУ с дожиганием топлива. Степень бинарности ПГУ с КУ, пути карнотизации комбинированного цикла. Выбор числа контуров генерации пара в КУ: одно-, двух- и трехконтурные схемы, промежуточный перегрев пара. Выбор температурных напоров в поверхностях нагрева КУ, построение Q,T – графиков. Газотурбинные ТЭЦ. Типы тепловых схем ГТУ ТЭЦ. Режимы работы, выбор технических решений по регулированию графиков тепловых нагрузок. Показатели экономичности ГТУ-ТЭЦ. Методика расчета тепловых схем ГТУ ТЭЦ. 4Моделирование режимов работы ГТУ ТЭЦ. Оптимизация характеристик, оборудования и технических решений при разработке ГТУ-ТЭЦ.
8	Работа парогазовых установок на различных типах топлива	ПГУ с полузависимой схемой работы на пылеугольных и газомазутных ТЭС – тепловые схемы, особенности конструкции КУ, показатели экономичности ПГУ со сбросом газов ГТУ в паровой котел паросиловой установки («сбросные» ПГУ). Тепловые схемы, особенности технологического процесса от вида сжигаемого в котле топлива и параметров выходных газов ГТУ. Показатели экономичности. ПГУ с внутрицикловой газификацией угля, схемы и показатели. ПГУ с циркулирующим кипящим слоем в котле под давлением.

9	Парогазовые технологии ТЭЦ	Парогазовые теплоэлектроцентрали (ПГУ-ТЭЦ) – варианты тепловых схем, способы и режимы покрытия графиков отпуска теплоты, дожигание топлива. Парогазовая технология на пылеугольных ТЭС. ПГУ с параллельной схемой работы: тепловые схемы, конструкция КУ, особенности технологического процесса. Показатели экономичности ПГУ, способы регулирования электрической нагрузки. КИП. Автоматические регуляторы, технологические защиты и АСУТП ПГУ. Парогазовые КЭС, ТЭЦ с котлами-утилизаторами. Типы тепловых схем. Показатели экономичности. Режимы работы. Методика конструкторского расчета тепловых схем ПГУ КЭС, ТЭЦ с КУ. Поверочные расчеты ПГУ КЭС, ТЭЦ. Оптимизация параметров и профиля тепловых схем ПГУ КЭС с КУ. Устройство и работа котла-утилизатора. Особенности отпуска теплоты на ПГУ ТЭЦ. Применение парогазовых технологий для техперевооружения паротурбинных ТЭС. Технологические решения и тепловые схемы ПГУ ТЭС для техперевооружения.
10	Методы расчета параметров и экономики ПГУ в теплоэнергетике	Методика расчета значений показателей тепловой экономичности парогазовых энергоустановок для производства электрической и тепловой энергии. Расчетное определение параметров тепловой экономичности ПГУ с КУ и ПГУ сбросного типа. Методы сравнения тепловой экономичности энергоустановок. Тепловой расчет котла-утилизатора. Расчет параметров ПГУ-КЭС с одноконтурным КУ. Расчет показателей тепловой экономичности ПГУ КЭС и ТЭЦ. Расчет принципиальной тепловой схемы парогазовой ТЭЦ с одноконтурным котлом утилизатором, конденсационной ПТУ и с дожиганием топлива. Общестанционные системы ГТУ и ПГУ ТЭС. Топливное хозяйство. Особенности водоподготовки и технического водоснабжения. Системы автоматизации ПГУ ТЭС и ведения режимов работы. Компоновки и генплан ГТ и ПГ ТЭС. Экологические вопросы эксплуатации ГТ и ПГТЭС. Перспективы развития ПГУ ТЭС. ПГУ ТЭС с газификацией. ПГУ ТЭС на базе ГТУ со сложными циклами. ПГУ ТЭС с впрыском пара/воды. Системы автоматизации ПГУ ТЭС.

11	Экономическая составляющая и опыт работы парогазовых установок	Оценка технико-экономической эффективности модернизации ГТУ-ТЭС с использованием парогазовой технологии. Экономическая целесообразность форсированного внедрения ПТУ и ГТУ при обновлении тепловых электростанций. Комплексный подход к строительству и реконструкции электростанций с применением ПУ и ПГУ. Отработка технических решений на собственных электростанциях – залог надежной работы оборудования у заказчика. Конденсационная парогазовая электростанция для надежного энергоснабжения промышленных потребителей. Реконструкция паротурбинных электростанций - эффективный путь перевооружения энергетики. Опыт эксплуатации газопаротурбинной установки ГПУ-16К с впрыском пара. Теплофикационные парогазовые установки для замены устаревшего оборудования ТЭЦ ОАО «Ленэнерго». Повышение эксплуатационных характеристик энергетических установок. Сравнение паросилового блока с Т-265 и энергоблока с двумя ПГУ-170Т. Масштабы внедрения ПГУ и ГТУ в среднесрочной перспективе.
----	--	--

5.3. Лабораторные занятия (не предусмотрены)

5.3. Практические (семинарские) занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Гидродинамика и температурный режим поверхностей нагрева. Гидравлический расчет	Классификация испарительных систем котлов. Температура стенки трубы и ее зависимость от условий обогрева. Основы методики расчета контуров циркуляции. Гидродинамика систем с принудительным движением теплоносителя. Гидродинамика испарительных систем котлов с естественной циркуляцией. Методика расчета, простого и сложного контуров циркуляции.
2	Теплообмен в элементах котла. Тепловой и конструктивный расчеты котла.	Теплообмен в топке. Тепловые характеристики настенных экранов. Излучательная способность факела. Выбор температуры продуктов сгорания на выходе из топочной камеры. Выбор конечного охлаждения газов в топке. Методика расчета теплообмена в топке.
3	Аэродинамика газовоздушного тракта. Аэродинамический расчет котла	Аэродинамические сопротивления газовоздушного тракта и способы их преодоления. Схемы газовоздушных трактов котлов. Аэродинамический расчет КУ.

4	Энергетические парогазовые установки.	Термодинамические циклы Брайтона и Ренкина простейших тепловых схем ГТУ и различных типов ПГУ. Тепловые расчеты простой ГТУ. Исследование режимов работы энергетических ГТУ. Исследование влияния климатических характеристик на показатели экономичности энергетических ГТУ.
5	Основные элементы ПГУ. Тепловой конструктивный и поверочный расчеты КУ	Типы и схемы конструкции котлов-утилизаторов, использование труб с наружным оребрением. Основные положения теплового конструкторского и поверочных расчетов КУ. Тепловой расчет ГТУ с регенерацией.
6	Парогазовые установки с котлом –утилизатором. Парогазовые установки сбросного типа.	Схемы парогазовых энергоустановок с КУ с дожиганием топлива. Характеристики ПГУ с дожиганием топлива. Выбор числа контуров генерации пара в КУ: одно-, двух- и трехконтурные схемы, промежуточный перегрев пара. Расчет основных размеров и показателей оборудования ГТУ (компрессора, камеры сгорания, турбины).
7	Работа парогазовых установок на различных типах топлива	Тепловые схемы, особенности технологического процесса от вида сжигаемого в котле топлива и параметров выходных газов ГТУ. Показатели экономичности. ПГУ с внутрицикловой газификацией угля, схемы и показатели. ПГУ с циркулирующим кипящим слоем в котле под давлением.
8	Парогазовые технологии ТЭЦ	Парогазовая технология на пылеугольных ТЭС. ПГУ с параллельной схемой работы: тепловые схемы, конструкция КУ, особенности технологического процесса. Показатели экономичности ПГУ, способы регулирования электрической нагрузки. Исследование работы газотурбинных ТЭЦ. Исследование работы одноконтурной парогазовой ТЭС с котлом-утилизатором. Исследование работы двухконтурной парогазовой ТЭС с котлом-утилизатором. Тепловой расчет котла-утилизатора ПГУ. Расчет ПГУ с полувисимой схемой.
9	Методы расчета параметров и экономики ПГУ в теплоэнергетике	Расчетное определение параметров тепловой экономичности ПГУ с КУ и ПГУ сбросного типа. Методы сравнения тепловой экономичности энергоустановок. Тепловой расчет котла-утилизатора.

6. Самостоятельная работа магистрантов по дисциплине

6.1 Вопросы для самостоятельного изучения

- 1 Схемы котельной и парогенераторной установки в комплексе со вспомогательным оборудованием. Схемы генерации пара и характеристика процессов генерации.
- 2 Особенности и конструктивное оформление паровых котлов прямоточного

- действия, с естественной и принудительной циркуляцией.
- 3 Классификация паровых котлов и области их применения. ГОСТы на котлы.
- Энергетические котлы, выпускаемые отечественными заводами
- 4 Техничко-экономический выбор охлаждения газов в котле. Задачи и последовательность конструкторского и поверочного расчетов котла.
- Способы повышения экономичности ГТУ. Техническое обслуживание ГТУ.
- 5 Назначение и принцип работы дымовой трубы. Выбор вентилятора и дымососа.
- 6 Камеры сгорания: история развития, устройство и принцип действия, классификация, осложнения, связанные с эксплуатацией.
- 7 Компрессоры: устройство и принцип действия, особенности эксплуатации.
- 8 Паровые турбины в тепловой схеме ПГУ с КУ, параметры пара, особенности конструкции и расчета тепловой схемы.
- 9 Принципиальные тепловые схемы парогазовых энергоустановок с КУ.
- 10 Схемы парогазовых энергоустановок с КУ с дожиганием топлива.
- 11 Оптимизация характеристик, оборудования и технических решений при разработке ГТУ-ТЭЦ.
- 12 Показатели экономичности. ПГУ с внутрицикловой газификацией угля, схемы и показатели

6.2. Темы индивидуальных заданий на курсовое проектирование:

1. Тепловые расчеты простой ГТУ
2. Тепловой расчет ГТУ с регенерацией
3. Расчет основных размеров и показателей оборудования ГТУ (компрессора, камеры сгорания, турбины)
4. Исследование режимов работы энергетических ГТУ
5. Исследование влияния и климатических характеристик на показатели экономичности энергетических ГТУ
6. Исследование работы газотурбинных ТЭЦ
7. Исследование работы одноконтурной парогазовой ТЭС с котлом-утилизатором
8. Исследование работы двухконтурной парогазовой ТЭС с котлом-утилизатором
9. Тепловой расчет котла-утилизатора ПГУ
10. Расчет ПГУ с полузависимой схемой
11. Расчет выбросов ПГУ в атмосферу

Текущий контроль по дисциплине обеспечивается путем устного опроса при защите заданий и тестировании. Примеры вопросов и тестов приведены ниже.

Контрольная работа №1 (примеры вопросов)

1. Схема и цикл простейшей газотурбинной установки открытого типа.
2. Работа турбины, работа цикла в ГТУ простого цикла.
3. Расход воздуха, газа и расход топлива в ГТУ простого цикла.
4. Мощность ГТУ простого цикла, термический КПД, абсолютный электрический КПД.
5. Способы повышения тепловой экономичности ГТУ.
6. Достоинства и недостатки ГТУ.
7. Схема и цикл ГТУ со ступенчатым сжатием воздуха.
8. Работа турбины, работа цикла в ГТУ со ступенчатым сжатием воздуха.
9. Расход воздуха, газа и расход топлива в ГТУ со ступенчатым сжатием воздуха.
10. Мощность ГТУ, термический КПД, абсолютный электрический КПД ГТУ со

ступенчатым сжатием воздуха.

Примеры вопросов к тестам по дисциплине «Когенерация. Парогазовые энергоустановки»

1. В чем физически заключается выигрыш от промежуточного охлаждения рабочего тела при сжатии в компрессоре?
2. Зачем нужно разделение воздуха на первичный и вторичный в КС ГТУ?
3. Как достигается разделение воздуха на первичный и вторичный в КС ГТУ?
4. Как достигается турбулизация потока в камерах сгорания ГТУ?
5. Какие типы камер сгорания используются в ГТУ?
6. Что такое стехиометрический коэффициент L_0 ?
7. Чему примерно равен стехиометрический коэффициент L_0 для углеводородных топлив?
8. Что такое коэффициент избытка воздуха?
9. В каких пределах находится значение коэффициента избытка воздуха в ГТУ?
10. В чем заключается основная задача расчета тепловой схемы ГТУ?
11. Каким образом охлаждение элементов турбин позволяет увеличить КПД ГТУ?
12. Почему имеется предел, выше которого охлаждение лопаток и дисков турбин ГТУ не приводит к увеличению КПД?
13. Что такое характеристика компрессора ГТУ?
14. Что такое характеристика ГТУ?
15. Как определяется приведенный расход воздуха в ГТУ?
16. Как определяется приведенная частота вращения ГТУ?
17. Почему для ГТУ закрытого типа можно значительно повысить единичную мощность агрегата по сравнению с ГТУ открытого типа?
18. Как происходит регулирование мощности ГТУ закрытого типа?
19. Какая мощность турбоагрегата больше?

6.3 Темы рефератов:

1. Паросиловые и газовые тепловые двигатели. Парогазовые установки (ПГУ) как перспективное направление развития теплоэнергетики
2. Принципиальные схемы паротурбинной электростанции на органическом и ядерном топливе
3. Место котельной установки и парогенератора в технологической схеме ТЭС и АЭС. Схемы котельной и парогенераторной установки в комплексе со вспомогательным оборудованием
4. Схемы генерации пара и характеристика процессов генерации. Особенности и конструктивное оформление паровых котлов прямоточного действия, с естественной и принудительной циркуляцией
5. Характеристика поверхностей нагрева и их компоновка. Пароводяной, топливный, газовый и воздушный тракты
6. Классификация паровых котлов и области их применения. ГОСТы на котлы. Энергетические котлы, выпускаемые отечественными заводами
7. Гидродинамика и надежность работы элементов котла. Основные уравнения гидродинамики и теплообмена водонапорного тракта
8. Особенности гидродинамики систем с естественной циркуляцией. Классификация испарительных систем котлов
9. Температура стенки трубы и ее зависимость от условий обогрева. Основы методики расчета контуров циркуляции
10. Тепловая и гидравлическая неравномерность в обогреваемых трубах. Кризисы теплообмена в парообразующих трубах
11. Застой и опрокидывание циркуляции. Гидродинамика систем с принудительным движением теплоносителя
12. Гидродинамическая неустойчивость. Пульсация потока и меры по ее

устранению

13. Уравнительное и регулировочное шайбование. Гидравлическая характеристика многотрубных систем
14. Тепловая и гидравлическая развертка. Гидродинамика испарительных систем котлов с естественной циркуляцией. Методика расчета, простого и сложного контуров циркуляции
15. Схемы организации движения воды и пароводяной смеси. Гидродинамика водогрейных котлов, экономайзеров и пароперегревателей
16. Порядок гидравлического расчета котлов с естественной и принудительной циркуляцией. Гидравлический расчет КУ
17. Тепловой баланс и температурный уровень топки. Теплообмен в топке. Тепловые характеристики настенных экранов
18. Излучательная способность факела. Выбор температуры продуктов сгорания на выходе из топочной камеры
19. Выбор конечного охлаждения газов в топке. Методика расчета теплообмена в топке. Лучистый теплообмен в газоходах котла.
20. Коэффициенты теплопередачи и выбор оптимальной скорости продуктов сгорания в конвективных газоходах
21. Методика расчета конвективных поверхностей нагрева. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена в элементах котла
22. Распределение тепловосприятий между поверхностями нагрева
23. Техничко-экономический выбор охлаждения газов в котле. Задачи и последовательность конструкторского и поверочного расчетов котла
24. Аэродинамика топки. Аэродинамические сопротивления газоздушного тракта и способы их преодоления
25. Назначение и принцип работы дымовой трубы. Выбор вентилятора и дымососа
26. Основы регулирования расхода воздуха. Методика аэродинамического расчета котельной установки. Аэродинамический расчет КУ
27. Устройство газотурбинной установки и ее основных элементов. Камеры сгорания: история развития, устройство и принцип действия, классификация, осложнения, связанные с эксплуатацией
28. Компрессоры: устройство и принцип действия, особенности эксплуатации
29. Турбины: устройство и принцип действия, особенности эксплуатации. Методика расчета ГТУ. Преимущества и недостатки паросиловых и газовых тепловых двигателей
30. Термодинамические циклы Брайтона и Брайтона – Ренкина простейших тепловых схем ГТУ и различных типов ПГУ
31. Газотурбинная установка – основной элемент в тепловых схемах ПГУ
32. Влияние начальных и конечных параметров. Влияние климатических характеристик на показатели ГТУ
33. Влияние температуры наружного воздуха, давления и влажности на характеристики ГТУ
34. Влияние качества воздуха на показатели ГТУ. Режимы работы ГТУ и вопросы эксплуатации
35. Переменные режимы ГТУ, пуско-остановочные режимы. Техническое обслуживание ГТУ. Влияние качества воздуха на показатели ГТУ
36. Использование газотурбинных установок в качестве привода электрогенераторов ТЭС. Схемы и циклы энергетических ГТУ
37. Характеристики тепловых схем энергетических ГТУ: принцип работы, показатели. Способы повышения экономичности ГТУ. Основные элементы ПГУ
38. Котлы-утилизаторы. Паровые турбины. Типы и схемы конструкции котлов-утилизаторов, использование труб с наружным оребрением

39. Основные положения теплового конструкторского и поверочных расчетов КУ. Дожигание топлива в КУ, способы, назначение
40. Паровые турбины в тепловой схеме ПГУ с КУ, параметры пара, особенности конструкции и расчета тепловой схемы
41. Одновальные и многовальные схемы ПГУ с КУ, регулирование электрической нагрузки
42. Определение показателей экономичности. Блочные системы ГТУ. Топливное хозяйство ГТУ. Системы автоматизации и защиты
43. Системы подготовки воздуха. Системы шумоглушения
44. Система маслоснабжения. Антипомпажная система
45. Принципиальные тепловые схемы парогазовых энергоустановок с КУ
46. Термодинамические свойства ПГУ с КУ. Основные показатели ПГУ
47. Схемы парогазовых энергоустановок с КУ с дожиганием топлива
48. Характеристики ПГУ с дожиганием топлива. Степень бинарности ПГУ с КУ, пути карнотизации комбинированного цикла
49. Выбор числа контуров генерации пара в КУ: одно-, двух- и трехконтурные схемы, промежуточный перегрев пара
50. Выбор температурных напоров в поверхностях нагрева КУ, построение Q, T – графиков. Газотурбинные ТЭЦ. Типы тепловых схем ГТУ ТЭЦ
51. Режимы работы, выбор технических решений по регулированию графиков тепловых нагрузок. Показатели экономичности ГТУ-ТЭЦ
52. Методика расчета тепловых схем ГТУ ТЭЦ. 4Моделирование режимов работы ГТУ ТЭЦ.
53. Оптимизация характеристик, оборудования и технических решений при разработке ГТУ-ТЭЦ.
54. ПГУ с полузависимой схемой работы на пылеугольных и газомазутных ТЭС – тепловые схемы, особенности конструкции КУ, показатели экономичности ПГУ со сбросом газов ГТУ в паровой котел паросиловой установки («сбросные» ПГУ)
55. Тепловые схемы, особенности технологического процесса от вида сжигаемого в котле топлива и параметров выходных газов ГТУ
56. Показатели экономичности. ПГУ с внутрицикловой газификацией угля, схемы и показатели
57. ПГУ с циркулирующим кипящим слоем в котле под давлением
58. Парогазовые теплоэлектроцентрали (ПГУ-ТЭЦ) – варианты тепловых схем, способы и режимы покрытия графиков отпуска теплоты, дожигание топлива
59. Парогазовая технология на пылеугольных ТЭС. ПГУ с параллельной схемой работы: тепловые схемы, конструкция КУ, особенности технологического процесса
60. Показатели экономичности ПГУ, способы регулирования электрической нагрузки. КИП
61. Автоматические регуляторы, технологические защиты и АСУТП ПГУ. Парогазовые КЭС, ТЭЦ с котлами-утилизаторами. Типы тепловых схем
62. Показатели экономичности. Режимы работы. Методика конструкторского расчета тепловых схем ПГУ КЭС, ТЭЦ с КУ. Поверочные расчеты ПГУ КЭС, ТЭЦ
63. Оптимизация параметров и профиля тепловых схем ПГУ КЭС с КУ. Устройство и работа котла-утилизатора. Особенности отпуска теплоты на ПГУ ТЭЦ
64. Применение парогазовых технологий для техперевооружения паротурбинных ТЭС
65. Технологические решения и тепловые схемы ПГУ ТЭС для техперевооружения

66. Методика расчета значений показателей тепловой экономичности парогазовых энергоустановок для производства электрической и тепловой энергии
67. Расчетное определение параметров тепловой экономичности ПГУ с КУ и ПГУ сбросного типа
68. Методы сравнения тепловой экономичности энергоустановок. Тепловой расчет котла-утилизатора
69. Расчет параметров ПГУ-КЭС с одноконтурным КУ.
Расчет показателей тепловой экономичности ПГУ КЭС и ТЭЦ
70. Расчет принципиальной тепловой схемы парогазовой ТЭЦ с одноконтурным котлом утилизатором, конденсационной ПТУ и с дожиганием топлива
71. Общестанционные системы ГТУ и ПГУ ТЭС. Топливное хозяйство
72. Особенности водоподготовки и технического водоснабжения. Системы автоматизации ПГУ ТЭС и ведения режимов работы
73. Компонировки и генплан ГТ и ПГ ТЭС. Экологические вопросы эксплуатации ГТ и ПГТЭС
74. Перспективы развития ПГУ ТЭС. ПГУ ТЭС с газификацией. ПГУ ТЭС на базе ГТУ со сложными циклами. ПГУ ТЭС с впрыском пара/воды.
Системы автоматизации ПГУ ТЭС
45. Оценка технико-экономической эффективности модернизации ГТУ-ТЭС с использованием парогазовой технологии
76. Экономическая целесообразность форсированного внедрения ПТУ и ГТУ при обновлении тепловых электростанций
77. Комплексный подход к строительству и реконструкции электростанций с применением ПУ и ПГУ
78. Отработка технических решений на собственных электростанциях – залог надежной работы оборудования у заказчика
78. Конденсационная парогазовая электростанция для надежного энергоснабжения промышленных потребителей
79. Реконструкция паротурбинных электростанций - эффективный путь перевооружения энергетики
80. Опыт эксплуатации газопаротурбинной установки ГПУ-16К с впрыском пара
81. Теплофикационные парогазовые установки для замены устаревшего оборудования ТЭЦ ОАО «Ленэнерго».
82. Повышение эксплуатационных характеристик энергетических установок
83. Сравнение паросилового блока с Т-265 и энергоблока с двумя ПГУ-170Т.
Масштабы внедрения ПГУ и ГТУ в среднесрочной перспективе

6.4 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Литература:

1.	Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Трухний А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2013.— 648 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/33207.html .— ЭБС «IPRbooks»
2.	Газотурбинные энергетические установки [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ С.В. Цанев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 427 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/33113.html .— ЭБС «IPRbooks»
3.	Дерюшев Л.Г. Воздуходувные установки и станции [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дерюшев Л.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС

	АСВ, 2015.— 163 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/39649.html .— ЭБС «IPRbooks»
4.	Развитие топочных технологий в российской энергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Л. Шульман [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 512 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66004.html .— ЭБС «IPRbooks»
5.	Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: ЭНАС, 2017.— 208 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/76184.html .— ЭБС «IPRbooks»
6.	Афанасьев В.Н. Выполнение домашних заданий по курсу «Методы интенсификации теплообмена» [Электронный ресурс]: методические указания/ Афанасьев В.Н., Морской Д.Н., Якомаскин А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011.— 20 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30949.html .— ЭБС «IPRbooks»

7. Оценочные средства

7.1 Вопросы к первому текущему контролю освоения дисциплины

1. Паросиловые и газовые тепловые двигатели. Парогазовые установки (ПГУ) как перспективное направление развития теплоэнергетики
2. Принципиальные схемы паротурбинной электростанции на органическом и ядерном топливе
3. Место котельной установки и парогенератора в технологической схеме ТЭС и АЭС. Схемы котельной и парогенераторной установки в комплексе со вспомогательным оборудованием
4. Схемы генерации пара и характеристика процессов генерации. Особенности и конструктивное оформление паровых котлов прямоточного действия, с естественной и принудительной циркуляцией
5. Характеристика поверхностей нагрева и их компоновка. Пароводяной, топливный, газовый и воздушный тракты
6. Классификация паровых котлов и области их применения. ГОСТы на котлы. Энергетические котлы, выпускаемые отечественными заводами
7. Гидродинамика и надежность работы элементов котла. Основные уравнения гидродинамики и теплообмена водонапорного тракта
8. Особенности гидродинамики систем с естественной циркуляцией. Классификация испарительных систем котлов
9. Температура стенки трубы и ее зависимость от условий обогрева. Основы методики расчета контуров циркуляции
10. Тепловая и гидравлическая неравномерность в обогреваемых трубах. Кризисы теплообмена в парообразующих трубах
11. Застой и опрокидывание циркуляции. Гидродинамика систем с принудительным движением теплоносителя
12. Гидродинамическая неустойчивость. Пульсация потока и меры по ее устранению
13. Уравнительное и регулировочное шайбование. Гидравлическая характеристика многотрубных систем

14. Тепловая и гидравлическая развертка. Гидродинамика испарительных систем котлов с естественной циркуляцией. Методика расчета, простого и сложного контуров циркуляции
15. Схемы организации движения воды и пароводяной смеси. Гидродинамика водогрейных котлов, экономайзеров и пароперегревателей
16. Порядок гидравлического расчета котлов с естественной и принудительной циркуляцией. Гидравлический расчет КУ
17. Тепловой баланс и температурный уровень топки. Теплообмен в топке. Тепловые характеристики настенных экранов
18. Излучательная способность факела. Выбор температуры продуктов сгорания на выходе из топочной камеры
19. Выбор конечного охлаждения газов в топке. Методика расчета теплообмена в топке. Лучистый теплообмен в газоходах котла
20. Коэффициенты теплопередачи и выбор оптимальной скорости продуктов сгорания в конвективных газоходах
21. Методика расчета конвективных поверхностей нагрева. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена в элементах котла
22. Распределение тепловосприятий между поверхностями нагрева
23. Техничко-экономический выбор охлаждения газов в котле. Задачи и последовательность конструкторского и поверочного расчетов котла
24. Аэродинамика топки. Аэродинамические сопротивления газоздушного тракта и способы их преодоления
25. Назначение и принцип работы дымовой трубы. Выбор вентилятора и дымососа
26. Основы регулирования расхода воздуха. Методика аэродинамического расчета котельной установки. Аэродинамический расчет КУ
27. Устройство газотурбинной установки и ее основных элементов. Камеры сгорания: история развития, устройство и принцип действия, классификация, осложнения, связанные с эксплуатацией
28. Компрессоры: устройство и принцип действия, особенности эксплуатации
29. Турбины: устройство и принцип действия, особенности эксплуатации. Методика расчета ГТУ. Преимущества и недостатки паросиловых и газовых тепловых двигателей
30. Термодинамические циклы Брайтона и Брайтона – Ренкина простейших тепловых схем ГТУ и различных типов ПГУ
31. Газотурбинная установка – основной элемент в тепловых схемах ПГУ
32. Влияние начальных и конечных параметров. Влияние климатических характеристик на показатели ГТУ
33. Влияние температуры наружного воздуха, давления и влажности на характеристики ГТУ
34. Влияние качества воздуха на показатели ГТУ. Режимы работы ГТУ и вопросы эксплуатации
35. Переменные режимы ГТУ, пуско-остановочные режимы. Техническое обслуживание ГТУ. Влияние качества воздуха на показатели ГТУ
36. Использование газотурбинных установок в качестве привода электрогенераторов ТЭС. Схемы и циклы энергетических ГТУ
37. Характеристики тепловых схем энергетических ГТУ: принцип работы, показатели. Способы повышения экономичности ГТУ. Основные элементы ПГУ
38. Котлы-утилизаторы. Паровые турбины. Типы и схемы конструкции котлов-утилизаторов, использование труб с наружным оребрением
39. Основные положения теплового конструкторского и поверочных расчетов КУ. Дожигание топлива в КУ, способы, назначение

40. Паровые турбины в тепловой схеме ПГУ с КУ, параметры пара, особенности конструкции и расчета тепловой схемы
41. Одновальные и многовальные схемы ПГУ с КУ, регулирование электрической нагрузки

Образец билета к первому текущему контролю знаний по дисциплине

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" Билет № 1
	<u>Первый текущий контроль знаний</u>
	Дисциплина: «Когенерация. Парогазовые энергоустановки»
1	Методика расчета конвективных поверхностей нагрева. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена в элементах котла
2	Коэффициенты теплопередачи и выбор оптимальной скорости продуктов сгорания в конвективных газоходах
3	Порядок гидравлического расчета котлов с естественной и принудительной циркуляцией. Гидравлический расчет КУ
	Зав. кафедрой «Т и Г» Т.Б.Эзирбаев « »

7.2 Вопросы ко второму текущему контролю освоения дисциплины

1. Определение показателей экономичности. Блочные системы ГТУ. Топливное хозяйство ГТУ. Системы автоматизации и защиты
2. Системы подготовки воздуха. Системы шумоглушения
3. Система маслоснабжения. Антипомпажная система
4. Принципиальные тепловые схемы парогазовых энергоустановок с КУ
5. Термодинамические свойства ПГУ с КУ. Основные показатели ПГУ
6. Схемы парогазовых энергоустановок с КУ с дожиганием топлива
7. Характеристики ПГУ с дожиганием топлива.
Степень бинарности ПГУ с КУ, пути карнотизации комбинированного цикла.
8. Выбор числа контуров генерации пара в КУ: одно-, двух- и трехконтурные схемы, промежуточный перегрев пара
9. Выбор температурных напоров в поверхностях нагрева КУ, построение Q, T – графиков. Газотурбинные ТЭЦ. Типы тепловых схем ГТУ ТЭЦ
10. Режимы работы, выбор технических решений по регулированию графиков тепловых нагрузок. Показатели экономичности ГТУ-ТЭЦ
11. Методика расчета тепловых схем ГТУ ТЭЦ. 4Моделирование режимов работы ГТУ ТЭЦ
12. Оптимизация характеристик, оборудования и технических решений при разработке ГТУ-ТЭЦ
13. ПГУ с полузависимой схемой работы на пылеугольных и газомазутных ТЭС – тепловые схемы, особенности конструкции КУ, показатели экономичности ПГУ со сбросом газов ГТУ в паровой котел паросиловой установки («сбросные» ПГУ)
14. Тепловые схемы, особенности технологического процесса от вида сжигаемого в котле топлива и параметров выходных газов ГТУ
15. Показатели экономичности. ПГУ с внутрицикловой газификацией угля, схемы и показатели

16. ПГУ с циркулирующим кипящим слоем в котле под давлением
17. Парогазовые теплоэлектроцентрали (ПГУ-ТЭЦ) – варианты тепловых схем, способы и режимы покрытия графиков отпуска теплоты, дожигание топлива
18. Парогазовая технология на пылеугольных ТЭС. ПГУ с параллельной схемой работы: тепловые схемы, конструкция КУ, особенности технологического процесса
19. Показатели экономичности ПГУ, способы регулирования электрической нагрузки. КИП
20. Автоматические регуляторы, технологические защиты и АСУТП ПГУ. Парогазовые КЭС, ТЭЦ с котлами-утилизаторами. Типы тепловых схем
21. Показатели экономичности. Режимы работы. Методика конструкторского расчета тепловых схем ПГУ КЭС, ТЭЦ с КУ. Поверочные расчеты ПГУ КЭС, ТЭЦ
22. Оптимизация параметров и профиля тепловых схем ПГУ КЭС с КУ. Устройство и работа котла-утилизатора. Особенности отпуска теплоты на ПГУ ТЭЦ
23. Применение парогазовых технологий для техперевооружения паротурбинных ТЭС
24. Технологические решения и тепловые схемы ПГУ ТЭС для техперевооружения
25. Методика расчета значений показателей тепловой экономичности парогазовых энергоустановок для производства электрической и тепловой энергии
26. Расчетное определение параметров тепловой экономичности ПГУ с КУ и ПГУ сбросного типа
27. Методы сравнения тепловой экономичности энергоустановок. Тепловой расчет котла-утилизатора
28. Расчет параметров ПГУ-КЭС с одноконтурным КУ. Расчет показателей тепловой экономичности ПГУ КЭС и ТЭЦ
29. Расчет принципиальной тепловой схемы парогазовой ТЭЦ с одноконтурным котлом утилизатором, конденсационной ПТУ и с дожиганием топлива
30. Общестанционные системы ГТУ и ПГУ ТЭС. Топливное хозяйство
31. Особенности водоподготовки и технического водоснабжения. Системы автоматизации ПГУ ТЭС и ведения режимов работы
32. Компонировки и генплан ГТ и ПГ ТЭС. Экологические вопросы эксплуатации ГТ и ПГТЭС
33. Перспективы развития ПГУ ТЭС. ПГУ ТЭС с газификацией. ПГУ ТЭС на базе ГТУ со сложными циклами. ПГУ ТЭС с впрыском пара/воды. Системы автоматизации ПГУ ТЭС
34. Оценка технико-экономической эффективности модернизации ГТУ-ТЭС с использованием парогазовой технологии
35. Экономическая целесообразность форсированного внедрения ПТУ и ГТУ при обновлении тепловых электростанций
36. Комплексный подход к строительству и реконструкции электростанций с применением ПУ и ПГУ
37. Отработка технических решений на собственных электростанциях – залог надежной работы оборудования у заказчика
38. Конденсационная парогазовая электростанция для надежного энергоснабжения промышленных потребителей
39. Реконструкция паротурбинных электростанций - эффективный путь перевооружения энергетики
40. Опыт эксплуатации газопаротурбинной установки ГПУ-16К с впрыском пара
41. Теплофикационные парогазовые установки для замены устаревшего оборудования ТЭЦ ОАО «Ленэнерго».
42. Повышение эксплуатационных характеристик энергетических установок

43. Сравнение паросилового блока с Т-265 и энергоблока с двумя ПГУ-170Т.
Масштабы внедрения ПГУ и ГТУ в среднесрочной перспективе

Образец билета ко второму текущему контролю освоения дисциплины

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" Билет № 1
	<u>Второй текущий контроль знаний</u>
	Дисциплина: «Когенерация. Парогазовые энергоустановки»
1	Показатели экономичности ПГУ, способы регулирования электрической нагрузки. КИП
2	Парогазовая технология на пылеугольных ТЭС. ПГУ с параллельной схемой работы: тепловые схемы, конструкция КУ, особенности технологического процесса
3	Парогазовые теплоэлектроцентрали (ПГУ-ТЭЦ) – варианты тепловых схем, способы и режимы покрытия графиков отпуска теплоты, дожигание топлива
	Зав. кафедрой «Т и Г Т.Б.Эзирбаев « »

7.3 Вопросы к экзамену по дисциплине «Когенерация. Парогазовые энергоустановки»

	Вопросы
1.	Паросиловые и газовые тепловые двигатели. Парогазовые установки (ПГУ) как перспективное направление развития теплоэнергетики
2.	Принципиальные схемы паротурбинной электростанции на органическом и ядерном топливе
3.	Место котельной установки и парогенератора в технологической схеме ТЭС и АЭС. Схемы котельной и парогенераторной установки в комплексе со вспомогательным оборудованием
4.	Схемы генерации пара и характеристика процессов генерации. Особенности и конструктивное оформление паровых котлов прямоточного действия, с естественной и принудительной циркуляцией
5.	Характеристика поверхностей нагрева и их компоновка. Пароводяной, топливный, газовый и воздушный тракты
6.	Классификация паровых котлов и области их применения. ГОСТы на котлы. Энергетические котлы, выпускаемые отечественными заводами
7.	Гидродинамика и надежность работы элементов котла. Основные уравнения гидродинамики и теплообмена водонапорного тракта
8.	Особенности гидродинамики систем с естественной циркуляцией. Классификация испарительных систем котлов
9.	Температура стенки трубы и ее зависимость от условий обогрева. Основы методики расчета контуров циркуляции
10.	Тепловая и гидравлическая неравномерность в обогреваемых трубах. Кризисы теплообмена в парообразующих трубах
11.	Застой и опрокидывание циркуляции. Гидродинамика систем с принудительным движением теплоносителя
12.	Гидродинамическая неустойчивость. Пульсация потока и меры по ее устранению

13.	Уравнительное и регулировочное шайбование. Гидравлическая характеристика многотрубных систем
14.	Тепловая и гидравлическая развертка. Гидродинамика испарительных систем котлов с естественной циркуляцией. Методика расчета, простого и сложного контуров циркуляции
15.	Схемы организации движения воды и пароводяной смеси. Гидродинамика водогрейных котлов, экономайзеров и пароперегревателей
16.	Порядок гидравлического расчета котлов с естественной и принудительной циркуляцией. Гидравлический расчет КУ
17.	Тепловой баланс и температурный уровень топки. Теплообмен в топке. Тепловые характеристики настенных экранов
18.	Излучательная способность факела. Выбор температуры продуктов сгорания на выходе из топочной камеры
19.	Выбор конечного охлаждения газов в топке. Методика расчета теплообмена в топке. Лучистый теплообмен в газоходах котла
20.	Коэффициенты теплопередачи и выбор оптимальной скорости продуктов сгорания в конвективных газоходах
21.	Методика расчета конвективных поверхностей нагрева. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена в элементах котла
22.	Распределение тепловосприятий между поверхностями нагрева
23.	Технико-экономический выбор охлаждения газов в котле. Задачи и последовательность конструкторского и поверочного расчетов котла
24.	Аэродинамика топки. Аэродинамические сопротивления газовоздушного тракта и способы их преодоления
25.	Назначение и принцип работы дымовой трубы. Выбор вентилятора и дымососа
26.	Основы регулирования расхода воздуха. Методика аэродинамического расчета котельной установки. Аэродинамический расчет КУ
27.	Устройство газотурбинной установки и ее основных элементов. Камеры сгорания: история развития, устройство и принцип действия, классификация, осложнения, связанные с эксплуатацией
28.	Компрессоры: устройство и принцип действия, особенности эксплуатации
29.	Турбины: устройство и принцип действия, особенности эксплуатации. Методика расчета ГТУ. Преимущества и недостатки паросиловых и газовых тепловых двигателей
30.	Термодинамические циклы Брайтона и Брайтона – Ренкина простейших тепловых схем ГТУ и различных типов ПГУ
31.	Газотурбинная установка – основной элемент в тепловых схемах ПГУ
32.	Влияние начальных и конечных параметров. Влияние климатических характеристик на показатели ГТУ
33.	Влияние температуры наружного воздуха, давления и влажности на характеристики ГТУ
34.	Влияние качества воздуха на показатели ГТУ. Режимы работы ГТУ и вопросы эксплуатации
35.	Переменные режимы ГТУ, пуско-остановочные режимы. Техническое обслуживание ГТУ. Влияние качества воздуха на показатели ГТУ
36.	Использование газотурбинных установок в качестве привода электрогенераторов ТЭС. Схемы и циклы энергетических ГТУ
37.	Характеристики тепловых схем энергетических ГТУ: принцип работы, показатели. Способы повышения экономичности ГТУ. Основные элементы ПГУ

38.	Котлы-утилизаторы. Паровые турбины. Типы и схемы конструкции котлов-утилизаторов, использование труб с наружным оребрением
39.	Основные положения теплового конструкторского и поверочных расчетов КУ. Дожигание топлива в КУ, способы, назначение
40.	Паровые турбины в тепловой схеме ПГУ с КУ, параметры пара, особенности конструкции и расчета тепловой схемы
41.	Одновальные и многовальные схемы ПГУ с КУ, регулирование электрической нагрузки
42.	Определение показателей экономичности. Блочные системы ГТУ. Топливное хозяйство ГТУ. Системы автоматизации и защиты
43.	Системы подготовки воздуха. Системы шумоглушения
44.	Система маслоснабжения. Антипомпажная система
45.	Принципиальные тепловые схемы парогазовых энергоустановок с КУ
46.	Термодинамические свойства ПГУ с КУ. Основные показатели ПГУ
47.	Схемы парогазовых энергоустановок с КУ с дожиганием топлива
48.	Характеристики ПГУ с дожиганием топлива. Степень бинарности ПГУ с КУ, пути карнотизации комбинированного цикла
49.	Выбор числа контуров генерации пара в КУ: одно-, двух- и трехконтурные схемы, промежуточный перегрев пара
50.	Выбор температурных напоров в поверхностях нагрева КУ, построение Q,T – графиков. Газотурбинные ТЭЦ. Типы тепловых схем ГТУ ТЭЦ
51.	Режимы работы, выбор технических решений по регулированию графиков тепловых нагрузок. Показатели экономичности ГТУ-ТЭЦ
52.	Методика расчета тепловых схем ГТУ ТЭЦ. 4Моделирование режимов работы ГТУ ТЭЦ
53.	Оптимизация характеристик, оборудования и технических решений при разработке ГТУ-ТЭЦ
54.	ПГУ с полузависимой схемой работы на пылеугольных и газомазутных ТЭС – тепловые схемы, особенности конструкции КУ, показатели экономичности ПГУ со сбросом газов ГТУ в паровой котел паросиловой установки («сбросные» ПГУ)
55.	Тепловые схемы, особенности технологического процесса от вида сжигаемого в котле топлива и параметров выходных газов ГТУ
56.	Показатели экономичности. ПГУ с внутрицикловой газификацией угля, схемы и показатели
57.	ПГУ с циркулирующим кипящим слоем в котле под давлением
58.	Парогазовые теплоэлектроцентрали (ПГУ-ТЭЦ) – варианты тепловых схем, способы и режимы покрытия графиков отпуска теплоты, дожигание топлива
59.	Парогазовая технология на пылеугольных ТЭС. ПГУ с параллельной схемой работы: тепловые схемы, конструкция КУ, особенности технологического процесса
60.	Показатели экономичности ПГУ, способы регулирования электрической нагрузки. КИП
61.	Автоматические регуляторы, технологические защиты и АСУТП ПГУ. Парогазовые КЭС, ТЭЦ с котлами-утилизаторами. Типы тепловых схем
62.	Показатели экономичности. Режимы работы. Методика конструкторского расчета тепловых схем ПГУ КЭС, ТЭЦ с КУ. Поверочные расчеты ПГУ КЭС, ТЭЦ
63.	Оптимизация параметров и профиля тепловых схем ПГУ КЭС с КУ. Устройство и работа котла-утилизатора. Особенности отпуска теплоты на ПГУ ТЭЦ
64.	Применение парогазовых технологий для техперевооружения паротурбинных

	ТЭС
65.	Технологические решения и тепловые схемы ПГУ ТЭС для техперевооружения
66.	Методика расчета значений показателей тепловой экономичности парогазовых энергоустановок для производства электрической и тепловой энергии
67.	Расчетное определение параметров тепловой экономичности ПГУ с КУ и ПГУ сбросного типа
68.	Методы сравнения тепловой экономичности энергоустановок. Тепловой расчет котла-утилизатора
69.	Расчет параметров ПГУ-КЭС с одноконтурным КУ. Расчет показателей тепловой экономичности ПГУ КЭС и ТЭЦ
70.	Расчет принципиальной тепловой схемы парогазовой ТЭЦ с одноконтурным котлом утилизатором, конденсационной ПТУ и с дожиганием топлива
72.	Общестанционные системы ГТУ и ПГУ ТЭС. Топливное хозяйство
73.	Особенности водоподготовки и технического водоснабжения. Системы автоматизации ПГУ ТЭС и ведения режимов работы
74.	Компоновки и генплан ГТ и ПГ ТЭС. Экологические вопросы эксплуатации ГТ и ПГТЭС
75.	Перспективы развития ПГУ ТЭС. ПГУ ТЭС с газификацией. ПГУ ТЭС на базе ГТУ со сложными циклами. ПГУ ТЭС с впрыском пара/воды. Системы автоматизации ПГУ ТЭС
76.	Оценка технико-экономической эффективности модернизации ГТУ-ТЭС с использованием парогазовой технологии
77.	Экономическая целесообразность форсированного внедрения ПТУ и ГТУ при обновлении тепловых электростанций
78.	Комплексный подход к строительству и реконструкции электростанций с применением ПУ и ПГУ
79.	Отработка технических решений на собственных электростанциях – залог надежной работы оборудования у заказчика
80.	Конденсационная парогазовая электростанция для надежного энергоснабжения промышленных потребителей
81.	Реконструкция паротурбинных электростанций - эффективный путь перевооружения энергетики
82.	Опыт эксплуатации газопаротурбинной установки ГПУ-16К с впрыском пара
83.	Теплофикационные парогазовые установки для замены устаревшего оборудования ТЭЦ ОАО «Ленэнерго».
84.	Повышение эксплуатационных характеристик энергетических установок
85.	Сравнение паросилового блока с Т-265 и энергоблока с двумя ПГУ-170Т. Масштабы внедрения ПГУ и ГТУ в среднесрочной перспективе

Образец билета к экзамену по дисциплине «Когенерация. Парогазовые энергоустановки»

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"
	Дисциплина «Когенерация. Парогазовые энергоустановки» Семестр - 3
	Группа ЗТЭТ-23м
	БИЛЕТ № 1
1.	Расчетное определение параметров тепловой экономичности ПГУ с КУ и ПГУ сбросного типа
2.	Комплексный подход к строительству и реконструкции электростанций с применением ПУ и ПГУ
3.	Повышение эксплуатационных характеристик энергетических установок
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика» Т.Б.Эзирбаев	

7.4 Текущий контроль

Вопросы к лабораторным занятиям

1. Гидравлический уклон и средняя скорость при турбулентном движении воды.
2. Динамический коэффициент для определения расхода жидкости.
3. Исследование открытого потока.
4. Гидравлическое моделирование кольцевых водопроводных сетей.
5. Оценка энергетического состояния потока и построение кривых свободной поверхности.
6. Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло.
7. Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции.
8. Процесс теплообмена на горизонтальном трубопроводе.
9. Способ измерения расхода газа: расходомер, ротаметр. Счетчик газа.
10. Способ измерения расхода газа по измерительной диафрагме.

Вопросы к практическим занятиям

1. Теплообмен в топке. Тепловые характеристики настенных экранов.
2. Излучательная способность факела.
3. Выбор температуры продуктов сгорания на выходе из топочной камеры.
4. Выбор конечного охлаждения газов в топке. Методика расчета теплообмена в топке.
5. Аэродинамические сопротивления газоздушного тракта и способы их преодоления. Схемы газоздушных трактов котлов.
6. Аэродинамический расчет КУ.

7. Термодинамические циклы Брайтона и Брайтона – Ренкина простейших тепловых схем ГТУ и различных типов ПГУ.
8. Тепловые расчеты простой ГТУ.
9. Исследование режимов работы энергетических ГТУ.
10. Исследование влияния климатических характеристик на показатели экономичности энергетических ГТУ.

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ПК-2 способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства; обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.					
Знать: - типы комбинированных газо- и паротурбинных установок для выработки электрической и тепловой энергии; - особенности рабочего процесса в парогазовых энергоустановках различных схем для выработки электрической и тепловой энергии; - пути и методы обеспечения высокой топливной экономичности и обоснованной надёжности на проектно- конструкторской и эксплуатационной стадиях жизненного цикла парогазовых энергоустановок.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Вопросы к рубежным аттестациям, вопросы к практическим занятиям, вопросы к лабораторным занятиям
Уметь: - принимать решения в области теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии с учетом особенностей тепловых схем ПГУ для выработки электрической и тепловой энергии; - производить тепловой расчёт парогазотурбинных установок различных схем для выработки электрической и тепловой энергии.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Владеть: - навыками работы с нормативной и технической документацией; - методами построения современных тепловых схем парогазовых энергоустановок для выработки электрической и тепловой энергии; - принципами построения алгоритмов расчета теплотехнических энергоустановок для	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	 В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ПК-3 способностью к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов.					
Знать: - место котельной установки и парогенератора в технологической схеме ТЭС и АЭС; - схемы генерации пара и характеристика процессов генерации; - основные уравнения гидродинамики и теплообмена водонапорного тракта; - принципиальные тепловые схемы парогазовых энергоустановок с КУ; - термодинамические свойства ПГУ с КУ; основные показатели ПГУ; схемы парогазовых энергоустановок с КУ с дожиганием топлива; - ПГУ с параллельной схемой работы: тепловые схемы, конструкция КУ, особенности технологического процесса.	Фрагментарные знания	Неполные знания	 Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	 <i>Вопросы к рубежным аттестациям, вопросы к практическим занятиям, вопросы к лабораторным занятиям</i>

Уметь: - составлять технические условия на проведение экспериментальных испытаний парогазовых энергоустановок для выработки электрической и тепловой энергии; - определять эксплуатационные характеристики парогазовых энергоустановок для выработки электрической и тепловой энергии.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: - навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования парогазовых энергоустановок; - методикой расчета, простого и сложного контуров циркуляции; - методикой расчета конвективных поверхностей нагрева.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Литература:

1.	Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Трухний А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2013.— 648 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/33207.html .— ЭБС «IPRbooks»
2.	Газотурбинные энергетические установки [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ С.В. Цанев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 427 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/33113.html .— ЭБС «IPRbooks»
3.	Яковлев Б.В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография/ Яковлев Б.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Новости теплоснабжения, 2008.— 448 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5031.html .— ЭБС «IPRbooks».
4.	Оболонский М.О. Техническая физика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Оболонский М.О.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2019.— 159 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/81064.html .— ЭБС «IPRbooks»
5.	Дерюшев Л.Г. Воздуходувные установки и станции [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дерюшев Л.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 163 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/39649.html .— ЭБС «IPRbooks»
6.	Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: ЭНАС, 2017.— 208 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/76184.html .— ЭБС «IPRbooks»
7.	Афанасьев В.Н. Выполнение домашних заданий по курсу «Методы интенсификации теплообмена» [Электронный ресурс]: методические указания/ Афанасьев В.Н., Морской Д.Н., Якомаскин А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011.— 20 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30949.html .— ЭБС «IPRbooks»

8.	Васильченко Ю.В. Промышленные тепловые электростанции [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Васильченко Ю.В., Губарев А.В.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017.— 180 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/80438.html .— ЭБС «IPRbooks»
9.	Определение характеристик теплофикационной паровой турбины [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009.— 39 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16033.html .— ЭБС «IPRbooks»
10.	Развитие топочных технологий в российской энергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Л. Шульман [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 512 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66004.html .— ЭБС «IPRbooks»

9.2. Методическое обеспечение (приложение)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения освоения дисциплины имеются в наличии учебные аудитории кафедры, снабженные мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.

Нормативная база стандартов и рекомендаций- имеется фонд стандартов по всем видам объектов стандартизации рассматриваемых в программе и методическая литература для приобретения практических навыков по данной дисциплине.

Также сформирована электронная база данных, включающая стандарты, отдельные виды общероссийских классификаторов, подборку нормативных и правовых документов для подтверждения соответствия.

Лаборатория технических измерений оснащена различными средствами измерений.

Название средств измерений: концевые и угловые, микрометры, нутромеры индикаторные и микрометрические, микроскоп инструментальный.

программное и коммуникационное обеспечение

Электронный конспект лекций. Виртуальная лаборатория.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки магистра 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Наличие оборудования и ТСО по дисциплине «Парогазовые энергоустановки»

Видеофильмы:

- Движение жидкости в рабочем колесе;
- Как работает ТЭС;
- Теплообменники;
- Турбина К-800-240;
- Розжиг котла;
- Градирни;
- Принцип работы насоса
- Рязанская ГРЭС
- Хабаровская ТЭЦ;

**Методические указания по освоению дисциплины
«Когенерация. Парогазовые энергоустановки»**

1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Когенерация. Парогазовые энергоустановки» состоит из 11 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Когенерация. Парогазовые энергоустановки» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям.

Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;

2. Проработать конспект лекций;

3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;

5. Выполнить домашнее задание;

6. Проработать тестовые задания и задачи;

7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Когенерация. Парогазовые энергоустановки» - это углубление и расширение знаний в области метрологии; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

Составитель:

Старший преподаватель кафедры
«Теплотехника и гидравлика»

 / О.Д.Шанхоев /

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой
«Теплотехника и гидравлика»

 / Т.Б. Эзирбаев /

Директор ДУМР

 / М.А. Магомаева /