

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Тепловые электрические станции и энергетические системы: оборудование, режимы и качество управления; Эксплуатация и управление режимами электроэнергетических систем

Уровень образования: Бакалавр

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины
ПАРОГАЗОВЫЕ И ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ ТЭС
(ПРОФИЛЬ 1)

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть блока:	Формируемая участниками образовательных отношений
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.В.22
Трудоемкость в зачетных единицах	8 семестр - 5
Часов (всего) по учебному плану	180
Лекции	8 семестр - 16 часов
Практические занятия	8 семестр - 16 часов
Лабораторные работы	8 семестр - 16 часов
Самостоятельная работа	8 семестр - 96 часов
Промежуточная аттестация:	
экзамен	8 семестр – 2,5 часа
Контроль:	
экзамен	8 семестр – 33,5 часа

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Старший преподаватель

(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

А.В. Благодичиннов

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)


(подпись)

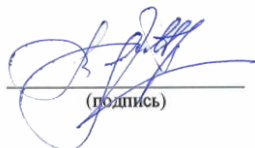
Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Теплоэнергетические системы и цифровые технологии

Заведующий НИЛ ЦТ, к.т.н., доцент

(название кафедры)


(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)


(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение устройства газотурбинных двигателей, газовых турбин с охлаждением проточной части и парогазовых установок; получение знаний о преобразовании энергии в парогазовой установке, теплового расчета газотурбинного двигателя, о выборе параметров парогазотурбинной установки, использовании парогазовых установок для выработки электрической энергии и целей теплофикации..

Задачами дисциплины являются:

- освоение термодинамических процессов преобразования энергии в компрессоре, камере сгорания и газовой турбине (ГТ);
- освоение технологических процессов пуска, останова и нормальной эксплуатации ПГУ;
- приобретение навыков расчета параметров потока в проточной части ГТУ, и ПГУ нескольких давлений;
- приобретение навыков анализа рабочих процессов в ПГУ.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 – способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов, проведении расчетов и экспериментов в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации, обработкой полученных результатов, соблюдении производственной и экологической безопасности, управления, эксплуатации, обслуживания, доводке процессов и ремонте технологического оборудования	ПК - 1.1 Выполняет сбор и анализ данных для исследований по заданной тематике, составляет конкурентно-способные варианты технических решений ПК - 1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения для каждого ПК должны быть свои знать, уметь	знать: – термодинамические процессы преобразования энергии в компрессоре, камере сгорания и газовой турбине – основы автоматического управления газотурбинной установки (ГТУ), парогазовой установки (ПГУ) и управления в режимах пуска, останова и нормальной эксплуатации ПГУ уметь: – рассчитывать параметры потока в проточной части ГТУ, выполнять расчет ГТУ и ПГУ нескольких давлений

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах бакалавриата: «Тепловые и электрические станции», «Турбины ТЭСиАЭС».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Конт роль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Основы технологий ГТУ и ПГУ на ТЭС	34	8	10	-	4		-		20		[2] стр. с 226 по 236; [2] стр. с 271 по 287; [2] стр. с 23 по 27; [2] стр. с 27 по 39; [2] стр. с 48 по 86; [2] стр. с 145 по 154; [2] стр. с 271 по 312; [2] стр. с 271 по 312;	
2	Элементы тепловой схемы и компоновки ПГУ-КУ	38	8	6	-	12		-		20		[2] стр. с 39 по 48; [2] стр. с 48 по 54; [2] стр. с 48 по 54; [2] стр. с 86 по 120; [2] стр. с 271 по 359; [2] стр. с 359 по 369; [2] стр. с 363 по 377; [2] стр. с 382 по 432;	
3	Расчетное задание	18	8	-	-	-		-		-		[2] стр. с 145 по 154; [2] стр. с 271 по 312;	
4	Экзамен	18	8	-	-	-		-	-	-	18		
	Итого:	108	8	16	-	16	-	-	-	40	18		

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основы технологий ГТУ и ПГУ на ТЭС

ГТУ и ПГУ технологии на ТЭС. Отечественный и мировой опыт создания ГТЭ. Особенности конверсионных ГТЭ. Сравнение ПГУ с ПТУ. Бинарный цикл Брайтона-Ренкина. Схемы ПГУ: ПГУПГ, ПГУПВ, ПГУВ, ПГУКУ. Сложные схемы ПГУ: ПГУ с ДКС, ПГУ с ВВОДОМ ПАРА В газовую турбину, ПГУ с пиролизером угля, ПГУ с внутри цикловой газификацией угля. Тепловые схемы ГТУ замкнутого и разомкнутого цикла. Эффективная работа цикла ГТУ. Оптимизация цикла ГТУ. Влияние степени повышения давления в компрессоре на температуру выходящих из ГТУ газов. Осевой компрессор ГТУ. Элементарная ступень. План скоростей. Универсальная характеристика компрессора. Граница устойчивых режимов работы. Производительность компрессора от параметров окружающей среды. Явление помпажа, антипомпажные устройства. Основные требования, предъявляемые к камерам сгорания. Типы КС. Организация горения топлива в КС. Характеристики КС. Газовая турбина. Рабочий процесс. Системы охлаждения ГТ. Диффузорное устройство ГТУ после выхода из ГТ. КВОУ ГТУ. Стабилизация температуры воздуха на входе в ГТУ. Расчетный режим работы ГТУ. Переменные режимы работы ГТУ. Совмещенная характеристика ОК и ГТ. Граничные режимы работы ГТУ. Запас газодинамической устойчивости ГТУ. Способы регулирования нагрузки ГТУ. Запуск ГТУ. Пусковые устройства. Диаграмма крутящих моментов на запуске. Время запуска ГТУ. Плановый и аварийный останов ГТУ.

2. Элементы тепловой схемы и компоновки ПГУ-КУ

Выбор числа контуров генерации пара в ПГУ. ПГУ 1Д, 2Д, 3Д. Промежуточный перегрев пара в КУ. Особенности паровых турбин в схеме ПГУ КУ. Схема тепловых потоков ПГУ с КУ, график «Т-Q». КПД КУ. Внутренний КПД ПГУ с КУ. Степень бинарности ПГУ с КУ. Влияние профиля парового цикла на КПД и мощность ПГУ КУ. Относительный расход гене-рируемого в КУ пара. Компоновка оборудования ПГУ. Одновальные ПГУ, их преимущества. Классификация КУ. Сравнение барабанного и прямоточного КУ. Минимальные температур-ные напоры в поверхностях нагрева КУ. Компоновочные схемы КУ. Поверхности нагрева КУ из стандартных секций и оребренных труб. Оптимизация ПГУ КУ. Параметры пара в контурах. Основные положения конструкторского и поверочного расчета КУ. Гидравлический и аэродинамический расчеты КУ. Эксплуатация ПГУ КУ: регулирование электрической нагрузки; дожигание топлива в КУ, маневренность ПГУ КУ. Пуск и останов ПГУ. Автоматизированные системы управления тепловыми процессами ПГУ КУ. Технологические защиты. Мониторинг и диагностика состояния оборудования ПГУ. Комбинированная выработка электрической и тепловой энергии с использованием ГТУ и ПГУ технологий. Тепловые схемы ГТУ-ТЭЦ, Методы покрытия отопительного графика. Дожигание топлива в ГТУ-ТЭЦ и ПГУ – ТЭЦ. Водоподготовка в ПГУ. Топливная и масляная системы. Техническое обслуживание ГТУ.

3.3. Темы практических занятий

8 семестр

...вставить темы

3.4. Лабораторные работы

8 семестр

1. Подготовка ПГУ к запуску.
2. Запуск ПГУ.
3. Работа ПГУ на различных режимах
4. Остановка ПГУ.

3.5. РГР

Тема расчетного задания: "Расчет параметров ГТУ".

3.6. Темы курсовых проектов или курсовых работ

Курсовые проекты и курсовые работы учебным планом не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды компетенции и индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п. 3.1)					Формы контроля
		1	2	3	4	5	
Знать:							
Термодинамические процессы преобразования энергии в компрессоре, камере сгорания и газовой турбине	ИД-2 _{ПК-1}	X	X	X			1. Контрольная работа. Самостоятельная работа №12. Контрольная работа. Самостоятельная работа №23. Контрольная работа. Схемы и устройство ГТУ замкнутого типа, 4. Контрольная работа. Схемы и устройство ГТУ разомкнутого типа, 5. Тест. Основные характеристики и устройство ГТУ, 6. Тест. Камеры сгорания ГТУ7. Тест. Компрессоры, 8. Тест. Система регулирования мощности, 9. РГР. РГР, 10. Тест. Техничко-экономические показатели ГТУ, 11. Отчет лаб. раб.. Отчет лаб. раб.,
Знать-основы автоматического управления газотурбинной установки (ГТУ), парогазовой установки (ПГУ) и управления в режимах пуска, останова и нормальной эксплуатации ПГУ		X	X	X			1. Контрольная работа. Самостоятельная работа №1, 2. Отчет лаб. раб.. Отчет лаб. раб., 3. РГР. РГР, 4. Тест. Компрессоры, 5. Тест. Система регулирования мощности, 6. Тест. Техничко-экономические показатели ГТУ, 7. Контрольная работа. Схемы и устройство ГТУ разомкнутого типа8. Контрольная работа. Самостоятельная работа №2, 9. Контрольная работа. Схемы и устройство ГТУ замкнутого типа,
Уметь:							
рассчитывать параметры потока в проточной части ГТУ, выполнять расчет ГТУ и ПГУ нескольких давлений (ППК-1)	ИД-2 _{ПК-1}			X			1. РГР. РГР, 2. Отчет лаб. раб.. Отчет лаб. раб.

Владеть:							
основами термодинамического анализа рабочих процессов в ПГУ	ИД-2 _{ПК-1}		X	X			1. Контрольная работа. Самостоятельная работа №1, 2. РГР. РГР, 3. Отчет лаб. раб.. Отчет лаб. раб., 4. Контрольная работа. Самостоятельная работа №2, 5. Контрольная работа. Схемы и устройство ГТУ замкнутого типа6. Контрольная работа. Схемы и устройство ГТУ разомкнутого типа
<i>Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п. 3.1)</i>		34	38	18			

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

Тесты:

1. Основные характеристики и устройство ГТУ
2. Техничко-экономические показатели ГТУ
3. Камеры сгорания ГТУ
4. Компрессоры
5. Система регулирования мощности

Контрольные работы:

1. Самостоятельная работа №1
2. Самостоятельная работа №2
3. Схемы и устройство ГТУ замкнутого типа
4. Схемы и устройство ГТУ разомкнутого типа

Защита РГР

Отчет лабораторных работ

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

8 семестр

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому выносится оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Печатные и электронные издания:

1. Основы современной энергетики. В 2 т. Т. 1. Современная теплоэнергетика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / под ред. А. Д. Трухня. - Электрон. текстовые дан. – М. : МЭИ, 2010. - Режим доступа: <http://nelbook.ru/?book=83>
2. Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учеб. пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальности 140101 "Тепловые электрические станции" по дисциплинам "Парагазовые и газотурбинные установки электростанций" и "Тепловые и атомные электрические станции" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; под ред. С. В. Цанева. - 3-е изд., стер. - М. : Изд. дом МЭИ, 2009. - 584 с.
3. Грига, А. Д. Расчет газотурбинной установки : учеб.-метод. пособие / А. Д. Грига, Г. Г. Меньшенин, М. С. Иваницкий. - Волжский : Филиал МЭИ в г. Волжском, 2011. - 40 с.
4. Грига, А. Д. Расчет парогазотурбинной установки с котлом-утилизатором двух давлений : метод. указания / А. Д. Грига, С. А. Грига, М. С. Иваницкий. - Волжский : Филиал МЭИ в г. Волжском, 2013. - 14 с.
5. Трухний, А. Д. Атлас конструкций деталей турбин : учеб. пособие для студентов,

обучающихся по направлениям "Энергомашиностроение" и "Теплоэнергетика" / А. Д. Трухний, Б. Н. Крупенков, С. В. Петрунин. - 2-е изд., стер. - М. : Изд-во МЭИ, 2000. - 148 с.

6. Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Тепловые электрические станции" / А. Г. Костюк [и др.] ; под ред. А. Г. Костюка, В. В. Фролова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МЭИ, 2001. - 488 с.

5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Windows 7; Microsoft Office 2003/2007, Тренажер ТЭЦ с поперечными связями, Тренажер ПГУ

5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
База данных Scopus <https://www.scopus.com>
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций. Необходимое программное обеспечение: пакет MicrosoftOffice.

Практические занятия проводятся в аудиториях: не предусмотрено, используется, программное обеспечение: не предусмотрено, оборудование: не предусмотрено .

Лабораторные занятия проводятся в аудиториях: 109, используется, программное обеспечение: не предусмотрено, оборудование: ТЭЦ с поперечными связями, ТЭЦ на базе ПГУ 450 МВт, Автоматический розжиг горелок для теплотехнических систем на газовом топливе.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ ПАРОГАЗОВЫЕ И ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ ТЭС (ПРОФИЛЬ 1)

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные характеристики и устройство ГТУ
- КМ-2 Техничко-экономические показатели ГТУ
- КМ-3 Камеры сгорания ГТУ
- КМ-4 Компрессоры
- КМ-5 Система регулирования мощности
- КМ-6 Самостоятельная работа №1
- КМ-7 Самостоятельная работа №2
- КМ-8 Контрольная работа Схемы и устройство ГТУ замкнутого типа
- КМ-9 Контрольная работа ГТУ разомкнутого типа
- КМ-10 Выполнение, защита РГР
- КМ-11 Защита лабораторных работ

Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е. (без учета КП/КР)

Ном ер разд ела	Раздел дисциплины	Индек с КМ:	КМ1	КМ2	КМ3	КМ4	КМ5	КМ6	КМ7	КМ8	КМ 9	КМ 10	КМ11
		Недел я КМ:	1	1	2	2	3	4					
1	Основы технологий ГТУ и ПГУ на ТЭС		+	+	+	+	+						+
2	Элементы тепловой схемы и компоновки ПГУ-КУ							+	+	+	+		+
3	Расчетное задание											+	
Вес КМ, %:			5	5	5	5	10	10	10	10	10	15	15

Форма контроля	Название	Кол-во	Мин. балл	Макс. балл
Контрольная работа	Самостоятельная работа №1	1	4	8
Контрольная работа	Самостоятельная работа №2	1	4	8
Контрольная работа	Схемы и устройство ГТУ замкнутого типа	1	1	3
Контрольная работа	Схемы и устройство ГТУ разомкнутого типа	1	1	3
Тест	Основные характеристики и устройство ГТУ	1	1	2
Тест	Технико-экономические показатели ГТУ	1	1	2
Тест	Камеры сгорания ГТУ	1	1	2
Тест	Компрессоры	1	1	2
Тест	Система регулирования мощности	1	1	2
Отчет лаб. раб.	Отчет лаб. раб.	16	16	16
РГР	РГР	1	9	12
Экзамен	Экзамен	1	20	40
Всего		28	60	100

Кафедрой ЭиЭ

Е.Г.Зенина