

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИПЭ

Матвеев А.С.
« 29 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

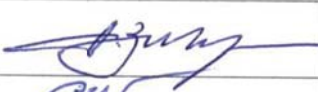
Парогазовые и газотурбинные технологии

Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Экологически чистые технологии преобразования энергоносителей		
Уровень образования	Магистр		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	40	
	Лабораторные занятия	-	
	ВСЕГО	56	
Самостоятельная работа, ч		124	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовой проект	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной аттестации	экзамен, диф.зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н.Бутакова
------------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	-----------------------------

Руководитель НОЦ И.Н.
Бутакова

Руководитель ООП
Преподаватель

	Заворин А.С.
	Губин В.Е.
	Антонова А.С.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции (СУОС)	Наименование компетенции (СУОС)	Индикаторы достижения компетенции		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код	Наименование	Код	Владение опытом
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК(У)-2.1	Разрабатывает концепцию проекта, состав и порядок реализации	УК(У)-2.1 В1	Разработки структуры и отдельных разделов проекта, выявление их взаимосвязи
				УК(У)-2.1 У1	Формирования концепции и структуры проекта
				УК(У)-2.1 З1	Основные подходы, порядок разработки и реализации проекта
		УК(У)-2.2	Производит экспертизу проекта, прогнозирует влияние технических решений на параметры реализации проекта	УК(У)-2.21 В1	Определения характеристик технической системы в зависимости от параметров основного оборудования
				УК(У)-2.21 З1	Оценки влияния технических решений на характеристики реализации проекта
ПК(У)-1	Способен проектировать технологические системы и отдельные элементы систем преобразования энергоносителей	ПК(У)-1.1	Составляет проекты энергетических систем	ПК(У)-1.1В1	Выполнения балансовых расчетов энергетических систем и оборудования
				ПК(У)-1.1В2	Компоновки и выбора оборудования энергетических систем и оборудования
				ПК(У)-1.1У1	Производить технические расчеты для проектирования энергетических систем и оборудования
				ПК(У)-1.1З1	Технологические схемы, состав основного и вспомогательного оборудования установок экологически чистого преобразования энергоносителей
		ПК(У)-1.2	Проектирует оборудование энергетических систем	ПК(У)-1.2В1	Выполнения конструкторских расчетов оборудования и отдельных узлов энергетических систем
ПК(У)-2	Способен производить прогностическую оценку воздействия технологий энергетики на окружающую среду, применять знания нетехнических ограничений	ПК(У)-2.1	Определяет величину негативного воздействия технологий энергетики на окружающую среду	ПК(У)-2.1 В2	Расчета концентраций загрязняющих веществ в выбросах энергетических систем
				ПК(У)-2.1 У2	Определять виды и степень негативного воздействия энергетической системы на окружающую среду
				ПК(У)-	Современные достижения

Код компетенции (СУОС)	Наименование компетенции (СУОС)	Индикаторы достижения компетенции		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код	Наименование	Код	Владение опытом
	инженерной деятельности			2.1 32	науки и передовые энергетические технологии экологически чистого преобразования энергоносителей, их влияние на окружающую среду
ПК(У)-5	Способен осуществлять управление технологическими процессами и энергетическими установками	ПК(У)-5.2	Осуществляет формирование и ведение режима работы энергетических установок и оборудования	ПК(У)-5.2В1	Использования режимных карт для определения параметров энергетических установок и оборудования при работе в различных режимах
				ПК(У)-5.2У1	Определять параметры работы энергетических установок и оборудования в отличных от номинального режимах
				ПК(У)-5.231	Режимов работы энергетических установок и оборудования

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части, междисциплинарному профессиональному модулю учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Разрабатывает концепцию проекта ПГУ, состав и порядок реализации	УК(У)-2.1
РД2	Производит экспертизу проекта, прогнозирует влияние технических решений на характеристики проектируемой ПГУ	УК(У)-2.2
РД3	Составляет проекты газотурбинных и парогазовых установок	ПК(У)-1.1
РД4	Проектирует оборудование парогазовых установок	ПК(У)-1.2
РД5	Определяет величину негативного воздействия ПГУ и ГТУ на окружающую среду	ПК(У)-2.1
РД6	Осуществляет формирование и ведение режима работы ГТУ и оборудования	ПК(У)-5.2

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение.	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	14
Раздел 2. Технологический процесс на парогазовой электростанции.	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	14

Раздел 3. <i>Принципиальные тепловые схемы утилизационных ПГУ.</i>	РД1, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	14
Раздел 4. <i>Основное технологическое оборудование парогазовых установок.</i>	РД3, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	12
		Самостоятельная работа	28
Раздел 5. <i>Компоновочные и конструкторские решения элементов парогазовых установок.</i>	РД1, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 6. <i>Режимы работы и основы эксплуатации утилизационных ПГУ.</i>	РД6	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	14
Раздел 7. <i>Перспективы развития ПГУ ТЭС.</i>	РД5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	6

Раздел 1. Введение

Роль парогазовых и газотурбинных технологий в энергетике России и мира. Парогазовые циклы. Особенности газотурбинного цикла парогазовых установок (ПГУ). Утилизационные ПГУ, их типы и тепловые схемы.

Темы лекций:

1. Парогазовые циклы. Особенности газотурбинного цикла парогазовых установок.

Темы практических занятий:

1. Расчетный анализ циклов простой ГТУ.
2. Расчетный анализ цикла ГТУ с регенерацией.
3. Расчет показателей газотурбинной ТЭЦ.

Раздел 2. Технологический процесс на парогазовой электростанции

Особенности технологического процесса в ПСУ и ГТУ. Теплофикационные ПГУ. Снабжение парогазовых установок топливом, виды топлива. Подготовка топлива к сжиганию. Подготовка циклового воздуха. Комплексные воздухоочистительные установки.

Темы лекций:

2. Особенности технологического процесса выработки электроэнергии в газотурбинной и паросиловой установках ПГУ.

Темы практических занятий:

4. Анализ состава тепловой схемы ПГУ и процессов в ее элементах.
5. Анализ схем топливоснабжения ПГУ.
6. Анализ влияния работы КВОУ на мощность и экономичность ГТУ.

Раздел 3. Принципиальные тепловые схемы утилизационных ПГУ

Оптимизация параметров и профиля тепловых схем ПГУ КЭС с КУ. Расчет ПТС одно- и двухконтурной ПГУ. Определение экономических показателей. Выбор концепции паровой турбины. Расчет тепловой схемы трехконтурной ПГУ с промежуточным перегревом пара. Тепловой расчет котла-утилизатора, TQ-диаграмма.

Темы лекций:

3. Тепловые схемы ПГУ. Конструкторский расчет тепловых схем ПГУ.

Темы практических занятий:

7. Расчет ПТС одноконтурной парогазовой ТЭС с котлом-утилизатором.
8. Расчет ПТС двухконтурной парогазовой ТЭС с котлом-утилизатором.
9. Расчет ПТС двухконтурной парогазовой ТЭС с дожиганием топлива

Раздел 4. Основное технологическое оборудование парогазовых установок

Конструкции узлов и деталей ГТУ. Компрессоры. Газовые турбины. Условия работы, конструкции и материалы роторов, сопловых аппаратов газовых турбин и рабочих лопаток газовых турбин и компрессоров. Камеры сгорания, типы камер сгорания и их конструкции.

Котельные установки ПГУ, их тепловые схемы. Схемы деаэрации. Котлы-утилизаторы, типы, устройство. Поверхности нагрева рабочего тела.

Паротурбинные установки утилизационных ПГУ. Особенности паровых турбин ПГУ. Конденсаторы, типы. Теплофикационные установки ПГУ.

Темы лекций:

4. Основные элементы газотурбинной установки Компрессоры. Газовые турбины. Лопаточный аппарат, материалы. Камеры сгорания.
5. Котельные установки ПГУ, их тепловые схемы. Паротурбинные установки утилизационных ПГУ.

Темы практических занятий:

10. Расчет основных размеров и характеристик оборудования ГТУ (компрессора, камеры сгорания, турбины).
11. Тепловой расчет котла-утилизатора ПГУ.
12. Расчетный анализ влияния дожигания топлива на экономичность ПГУ.
13. Семинар по конструкциям узлов и деталей ГТУ.
14. Семинар по теме «Котельные установки ПГУ».
15. Семинар по теме «Паротурбинные установки утилизационных ПГУ».

Раздел 5. Компоночные и конструкторские решения элементов парогазовых установок.

Компоновки турбоагрегатов утилизационных парогазовых установок. Одно-, двух-, трехвальные ПГУ. Многовальные ПГУ. Моно и дубль-блоки. Основы выбора оборудования и компоновок ПГУ.

Темы лекций:

6. Основы выбора оборудования и компоновок утилизационных ПГУ.

Темы практических занятий:

16. Выбор оборудования и компоновок утилизационных ПГУ.

Раздел 6. Режимы работы и основы эксплуатации утилизационных ПГУ

Режимы работы и энергетические характеристики утилизационных ПГУ и их оборудования. Нестационарные режимы работы ПГУ. Особенности пусковых и остановочных режимов работы ПГУ. Пусковые схемы ПГУ. Технология пусков ПГУ. Остановы ПГУ. Аварийные режимы ПГУ.

Темы лекций:

7. Режимы работы ГТУ и ПГУ. Пусковые и остановочные режимы работы ПГУ. Энергетические характеристики ГТУ и ПГУ.

Темы практических занятий:

17. Определение основных параметров ГТУ на основе универсальной характеристики.
18. Исследование влияния климатических характеристик на показатели экономичности энергетических ГТУ.
19. Анализ работы ГТУ в переменных режимах при различных значениях нагрузки.

Раздел 7. Перспективы развития ПГУ ТЭС

Перспективы совершенствования ГТУ и утилизационных ПГУ. ПГУ ТЭС с впрыском пара/воды. Использование технологии внутрицикловой газификации угля для создания ПГУ с утилизационными паровыми котлами. Эффективность технологических схем ПГУ. Технологическая часть ПГУ с ВЦГ. Энергетическая часть ПГУ с ВЦГ. Методика расчета

показателей ПГУ с ВЦГ с учетом режимов работы. Сжигание бедных газов в камере сгорания ГТУ. Роль ПГУ в сокращении вредного воздействия ТЭС на окружающую среду.

Темы лекций:

8. Парогазовые установки с газификацией твердого топлива.

Темы практических занятий:

20. Расчет выбросов ГТУ и ПГУ в атмосферу.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом и материалами, размещенными на персональном сайте преподавателя;
- Поиск и обзор литературы (в т.ч. электронных источников информации) по изучаемым разделам курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к контрольным работам, экзамену;
- Выполнение курсового проекта.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Трухний А. Д., Парогазовые установки электростанций : учебник для вузов / А. Д. Трухний - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - 675 с. - ISBN 978-5-383-01057-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010570.html> (дата обращения: 07.10.2020). - Режим доступа : по подписке.
2. Костюк А. Г., Паровые и газовые турбины для электростанций : учебник для вузов / А. Г. Костюк, В. В. Фролов, А. Е. Булкин, А. Д. Трухний ; под ред. А.Г. Костюка - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01025-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010259.html> (дата обращения: 07.10.2020). - Режим доступа : по подписке.
3. Цанев С. В., Газотурбинные энергетические установки : учебное пособие для вузов / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. С. Земцов, А. С. Осыка; под ред. С.В. Цанева. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2011. - 428 с. - ISBN 978-5-383-00504-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383005040.html> (дата обращения: 07.10.2020). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Зысин Л. В. Парогазовые и газотурбинные тепловые электростанции: учеб. пособие. — СПб. : Изд.-во Политехн. ун-та, 2010. — 368 с.
2. Ляшков, В. И. Тепловые двигатели и нагнетатели: учебное пособие / В. И. Ляшков. —

Москва: Абрис, 2012. — 167 с.: ил. - Текст : непосредственный.

3. Теплотехника: учебник для вузов / А. П. Баскаков, Б. В. Берг, О. К. Витт [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Бастет, 2010. — 325 с.: ил. + диаграмма. — Текст : непосредственный.
4. Бухаркин, Е. Н. Энергосберегающие технологии для теплогазоснабжающих систем / Е. Н. Бухаркин, М. Г. Ладыгичев. — Москва: Теплотехник, 2011. — Т. 1. Кн. 1. — 2011. — 348 с.: ил. — Текст : непосредственный.

6.2 Информационное обеспечение

Internet-ресурсы:

1. Сайт Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.
2. Сайт специальности «Тепловые электрические станции» <http://www.03-ts.ru/>;
3. WebCT – Тепловые электрические станции <http://e-le.lcg.tpu.ru/webct/public/home.pl>;
4. Крупнейшая бесплатная электронная интернет библиотека для "технически умных" людей <http://www.tehlit.ru/>;
5. Электронная Энциклопедия Энергетики <http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/trenager.htm>;
6. Сайт кафедры ТЭС, Новосибирский государственный технический университет <http://tes.power.nstu.ru/>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Document Foundation LibreOffice;
4. Cisco Webex Meetings;
5. Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

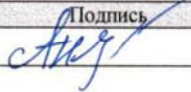
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 301	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 32	Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.; Проектор - 1 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Lazarus; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView

4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 38	Крепление для проектора Perless PRG-UNV - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 27	Комплект лабораторного оборудования "Теоретические основы теплотехники" - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 3 шт.; Стол журнальный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 19 посадочных мест; Телевизор - 1 шт.
6.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 101А	Анеометр АТТ-1002 - 1 шт.; Измеритель двухканальный ТРМ 200 - 2 шт.; Верстак слесарный 109-13 - 2 шт.; Частотомер GFC-813Н - 1 шт.; Мультимонитор РНТ-027М (рН метр, кондуктометр) - 2 шт.; Манометр ДМ5001Е-4кгс/см ² - 2 шт.; Виброметр -К1 - 1 шт.; Виброизмерительный прибор "Опал" - 1 шт.; Сварочный аппарат - 1 шт.; Микроскоп - 1 шт.; Измеритель влажн. НТ-3004 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Компьютер - 12 шт.; Телевизор - 2 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализация «Экологически чистые технологии преобразования энергоносителей» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		А.М. Антонова

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от 26.06.2020 г. № 44).

Руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин/
подпись