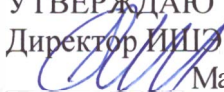


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЦ

 Матвеев А.С.

«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Расчет и проектирование газоперекачивающих агрегатов

Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем		
Специализация	Агрегаты газоперекачивающих станций		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	4	семестр	7, 8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	11		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	56	
	Практические занятия	94	
	Лабораторные занятия	8	
	ВСЕГО	158	
Самостоятельная работа, ч		238	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовой проект	
ИТОГО, ч		396	

Вид промежуточной
аттестации

диф. зачет,
экзамен,
зачет

Обеспечивающее
подразделение

НОЦ
И.Н. Бутакова

Заведующий кафедрой –
руководитель НОЦ
И.Н. Бутакова на правах
кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Заворин А.С.
	Тайлашева Т.С.
	Гиль А.В.

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	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-1	Способен осуществлять подготовку проектной документации по отдельным узлам и элементам теплоэнергетического оборудования	И.ПК(У)-1.1	Выполнение отдельных узлов и элементов по установке оборудования и обвязке трубопроводами	ПК(У)-1.1B2	Владеет опытом компоновки и разбивки чертежа для выполнения отдельных узлов и элементов технологического оборудования
				ПК(У)-1.1У1	Умеет оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию
				ПК(У)-1.131	Знает правил выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию
				ПК(У)-3.132	Знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству объектов теплоэнергетики
		И.ПК(У)-1.2	Выполнение компоновочных решений, тепловых схем, разводки трубопроводов и элементов энергетического оборудования	ПК(У)-1.2B1	Владеет опытом анализа вариантов тепловой схемы и выбор оптимального решения
				ПК(У)-1.2У1	Умеет работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных энергетического оборудования
				ПК(У)-1.231	Знает номенклатуру и технические характеристики современного энергетического оборудования, арматуры и материалов
				ПК(У)-1.2B2	Владеет опытом выполнения тепловой схемы, разводки трубопроводов, чертежей газоходов и воздухопроводов, сечений, узлов и элементов по тепломеханическим решениям
				ПК(У)-1.2У2	Умеет работать специальными графическими программами для

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-2	Способен осуществлять оперативное управление эксплуатацией компрессорных станций и станций охлаждения газа	И.ПК(У)-2.1	Выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту, диагностическому обслуживанию оборудования компрессорных станций и станций охлаждения газа		проектирования и моделирования
				ПК(У)-1.232	Знает специальные компьютерные программы, необходимые для разработки проектной и рабочей документации по технологическим решениям
				ПК(У)-2.1В1	Владеет опытом расчетного анализа параметров оборудования КС и СОГ
				ПК(У)-2.1У1	Умеет применять результаты диагностирования оборудования и экспертизы промышленной безопасности
				ПК(У)-2.131	Знает физико-химические свойства природного газа, нестабильных жидких углеводородов, газовых и жидких сред, химических реагентов
				ПК(У)-2.1В2	Владеет навыками оценки технического состояния оборудования КС и СОГ при проведении испытаний и после выполнения ремонтных работ
				ПК(У)-2.1У2	Умеет анализировать технические параметры оборудования КС и СОГ
		И.ПК(У)-2.2	Выполнение работ по подготовке предложений по повышению эффективности работы оборудования КС и СОГ	ПК(У)-2.132	Знает назначение, устройство и принципы действия оборудования КС и СОГ
				ПК(У)-2.133	Знает виды, методы и технологии выполнения технического обслуживания и ремонтов оборудования КС и СОГ
				ПК(У)-2.2В1	Владеет опытом выполнение мероприятий по повышению долговечности и надежности работы оборудования
				ПК(У)-2.2У1	Умеет оценивать эффективность от внедрения новаций
				ПК(У)-2.231	Знает технологические процессы транспортировки газа
		И.ПК(У)-2.3	Выполнение тепловых и гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем с выбором оборудования	ПК(У)-2.3В1	Владеет опытом выполнения тепловых и гидравлических расчетов энергетического оборудования
				ПК(У)-2.3У1	Умеет выполнять тепловых и гидравлические расчеты энергетического оборудования
				ПК(У)-2.331	Знает тепловые и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					гидравлические расчеты энергетического оборудования
ПК(У)-3	Способен осуществлять эксплуатацию газораспределительных станций (ГРС)	И.ПК(У)-3.1	Выполнение работ по обеспечению заданного режима работы ГРС	ПК(У)-3.1В1	Владеет опытом анализа эксплуатационных параметров и нарушений работы оборудования ГРС
				ПК(У)-3.1У1	Умеет принимать решения по корректировке технологических параметров
				ПК(У)-3.1З1	Знает основные типы и технические характеристики оборудования ГРС
				ПК(У)-3.1В2	Владеет опытом принятия мер по устранению причин отклонений технологических параметров от заданных значений
				ПК(У)-3.1У2	Умеет определять причины изменения и отклонения от нормативных (допустимых) величин эксплуатационных параметров оборудования ГРС
				ПК(У)-3.1З2	Знает принципы действия основных контрольно-измерительных приборов, в том числе приборов безопасности
ПК(У)-4	Способен осуществлять организационно-техническое сопровождение эксплуатации газораспределительных станций (ГРС)	И.ПК(У)-4.1	Выполнение работ по разработке и внедрению предложений по эффективному и перспективному развитию эксплуатации ГРС	ПК(У)-4.1ЗВ1	Владеет опытом по формированию предложений по внедрению энергосберегающих технологий
				ПК(У)-4.1У1	Умеет применять современные энергосберегающие технологии в рамках своих компетенций
				ПК(У)-4.1У1	Умеет применять современные энергосберегающие технологии в рамках своих компетенций
				ПК(У)-4.1ЗВ2	Владеет опытом по разработке мероприятий, направленных на предупреждение аварий, инцидентов, отказов оборудования ГРС
				ПК(У)-4.1У2	Умеет анализировать и оценивать эффективность работы оборудования ГРС на основе внедрения новой техники и технологий
				ПК(У)-4.1З2	Знает методы проведения технических расчетов и определения эффективности эксплуатации оборудования ГРС

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-5	Способен выполнять работы по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации тепломеханического оборудования	И.ПК(У)-5.1	Выполнение работ по эксплуатации тепломеханического оборудования в соответствии со стандартами и нормативными регламентами деятельности	ПК(У)-5.1B1	Владеет опытом разработки стандартов и регламентов по эксплуатации тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.1У1	Умеет оценивать правильность прохождения операций пуска и остановки, причины изменений и отклонений от нормативных эксплуатационных параметров
				ПК(У)-5.131	Знает назначение, виды, принцип действия и технические данные тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.1B2	Владеет навыком контроля соблюдения технологического регламента при техническом обслуживании, диагностике и ремонте
				ПК(У)-5.1У2	Умеет классифицировать дефекты и неисправности тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.132	Знает назначение и принцип действия устройств автоматики и технологической защиты тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.1B3	Владеет навыком обеспечивать соблюдение последовательности выполнения операций пуска и остановки тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.133	Знает методики технического обслуживания, наладки, ремонта и монтажа энергетического оборудования
		И.ПК(У)-5.2	Выполнение работ по планированию эксплуатации тепломеханического оборудования	ПК(У)-5.2B1	Владеет навыком предварительной оценки технико-экономические показатели при выполнении работ по эксплуатации, ремонту и монтажу тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.2У1	Умеет определять состав и последовательность необходимых действий при выполнении работ по эксплуатации, ремонту и монтажу тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.231	Знает общие вопросы

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					технологии производства монтажных и ремонтных работ энергетического оборудования

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы (элективная дисциплина).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине			Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование		
РД 1	Знать конструкции и методы расчета газоперекачивающих агрегатов	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-2.3 И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2	
РД 2	Знать нормативные требования, предъявляемые к газоперекачивающему агрегату и использовать нормативную литературу	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-2.3 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2	
РД 3	Знать факторы, влияющие на надежность и эффективность работы газоперекачивающих агрегатов	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-2.3 И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2	
РД 4	Уметь разрабатывать элементы ГПА и составлять технические чертежи	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-2.3	
РД 5	Владеть методикой расчета и проектирования газоперекачивающего агрегата	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-2.3 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1	
РД 6	Уметь оценивать полученные результаты, выдавать рекомендации по эксплуатационным и режимным показателям	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-2.3 И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2	

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Устройство и компоновка газоперекачивающего агрегата	РД 1, РД 3, РД 4	Лекции	8
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	32
Раздел 2. Термодинамические свойства рабочего тела и процессы в газотурбинной установке	РД 1, РД 3, РД 6	Лекции	8
		Практические занятия	14
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	34
Раздел 3. Осевые компрессоры газотурбинных установок	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6	Лекции	6
		Практические занятия	14
		Самостоятельная работа	34
Раздел 4. Газовые турбины	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6	Лекции	8
		Практические занятия	12
		Самостоятельная работа	32
Раздел 5. Камеры сгорания газотурбинных установок	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6	Лекции	8
		Практические занятия	14
		Самостоятельная работа	34
Раздел 6. Особенности конструкции роторов и статоров газотурбинных установок	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6	Лекции	10
		Практические занятия	14
		Самостоятельная работа	38
Раздел 7. Вспомогательные системы газотурбинных установок	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6	Лекции	8
		Практические занятия	14
		Самостоятельная работа	34

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Устройство и компоновка газоперекачивающего агрегата.

Рассматриваются схемы компрессорных станций и газоперекачивающих агрегатов. Знакомятся с общими сведениями о магистральных газопроводах. Классификацией ГПА.

Темы лекций:

1. Общие сведения о магистральных газопроводах.
2. Общие сведения о компрессорных станциях.
3. Классификация ГПА.
4. Компоновка ГПА.
5. История развития и типы ГПА.
6. Схемы ГТУ.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет схемы газотурбинной установки.

Названия лабораторных работ:

1. Выбор оптимальной степени сжатия компрессора для ГТУ.

Раздел 2. Термодинамические свойства рабочего тела и процессы в газотурбинной установке.

Рассматриваются термодинамические циклы различных ГТУ. Свойства рабочих тел. Основные термодинамические уравнения.

Темы лекций:

1. Термодинамические свойства рабочего тела.

2. Уравнение неразрывности, сохранения энергии, Бернули.
3. Определение работы и КПД газотурбинной установки.
4. Цикл простой ГТУ и с регенерацией.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет осевого компрессора.

Названия лабораторных работ:

1. Выбор оптимальной степени сжатия компрессора для ГТУ.

Раздел 3. Осевые компрессоры газотурбинных установок.

Знакомятся с особенностями работы ступеней осевого компрессора и их параметрами. Определяют кинематические динамические параметры.

Темы лекций:

1. Особенности работы ступени осевого компрессора.
2. Особенности построения треугольников скоростей в ступени осевого компрессора.
3. Кинематические параметры осевого компрессора.
4. Степень реактивности.
5. Геометрические параметры ступени.
6. Потери в лопаточном венце.
7. Формы проточной части осевого компрессора ГТУ.
8. Неустойчивые режимы работы компрессора ГТУ.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет осевого компрессора.

Раздел 4. Газовые турбины.

Знакомятся с основами динамическими и кинематическими параметрами газовых турбин, геометрическими параметрами. Знакомятся с потерями в осевых газовых турбинах.

Темы лекций:

1. Основные параметры осевых газовых турбин.
2. Геометрические характеристики осевых газовых турбин.
3. Термодинамические параметры.
4. Потери в осевых газовых турбинах.
5. Влияние потерь на КПД.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет газовой турбины высокого давления.

Раздел 5. Камеры сгорания газотурбинных установок.

Знакомятся с требованиями к камерам сгорания газотурбинных установок. Изучают схемы и компоновки камер сгорания.

Темы лекций:

1. Требования к камерам сгорания.
2. Общие схемы камер сгорания.
3. Основные конструктивные элементы камер сгорания.
4. Методы снижения эмиссии вредных веществ.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет сводной силовой газовой турбины.

Раздел 6. Особенности конструкции роторов и статоров газотурбинных установок.

Рассматриваются элементы роторов осевых компрессоров и газовых турбин в газотурбинных установках.

Темы лекций:

1. Жесткие и гибкие ротора.
2. Конструктивные схемы осевых компрессоров.
3. Рабочие лопатки компрессоров.
4. Статоры осевых компрессоров.

5. Роторы газовых турбин.

6. Статоры газовых турбин.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет камеры сгорания.

Раздел 7. Вспомогательные системы газотурбинных установок.

Знакомятся с системами перепуска воздуха, подготовки воздуха. Регулированием подачи воздуха в осевой компрессор.

Темы лекций:

1. Перепуски воздуха.

2. Противообледенительные системы.

3. Воздухоподготовка.

4. Регулирование расходов воздуха.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет камеры сгорания.

Тематика курсовых работ и проектов:

1. Тепловой расчет газотурбинной установки мощностью 16 МВт.

2. Тепловой расчет газотурбинной установки мощностью 10 МВт.

3. Тепловой расчет газотурбинной установки мощностью 32 МВт.

4. Тепловой расчет камеры сгорания для газотурбинной установки 16 МВт.

5. Тепловой расчет камеры сгорания для газотурбинной установки 32 МВт.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Выполнение курсового проекта;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к контрольной работе, экзамену, диф. зачету, зачету.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Рудаченко, Александр Валентинович. Газотурбинные установки для транспорта природного газа : учебное пособие / А. В. Рудаченко, Н. В. Чухарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – [2-е изд., перераб.]. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 212 с.: ил. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C245004>)
2. Трояновский, Борис Михайлович. Паровые и газовые турбины атомных электростанций : учебное пособие / Б. М. Трояновский, Г.А. Филиппов, А. Е. Булкин. – Екатеринбург: Юланд, 2016. – 256 с.: ил.. – Библиогр.: с. 253-254. – Предметный указатель: с. 254-255. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C344150>)

Дополнительная литература

1. Тепловой расчет котельных агрегатов. (Нормативный метод). – СПб.: НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C34485>)
2. Резников Цирельман, Н. М.. Техническая термодинамика : учебное пособие [Электронный ресурс] / Цирельман Н. М.. – 2-е изд., доп.. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 352 с.. – Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/107965>
3. Чумаков, Юрий Александрович. Теория и расчет транспортных газотурбинных двигателей : учебник / Ю. А. Чумаков. – Москва: Форум Инфра-М, 2012. – 448 с.: ил.. – Высшее образование. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C34485>)

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Информационно-справочные системы:

- Информационно-справочная система КОДЕКС
- Справочно-правовая система КонсультантПлюс

Профессиональные Базы данных:

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
- Электронная библиотека Grebennikon

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

1. Autodesk AutoCAD Mechanical 2015 Education;
2. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
3. PTC Mathcad 15 Academic Floating.

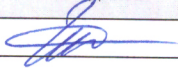
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 403	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий: – Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; – Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; – Макет ГПА–32 Ладога – 1 шт.; – Макет компрессора – 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 406	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий: – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.; – Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; – Стол письменный - 1 шт.; – Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем / Агрегаты газоперекачивающих станций (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Гиль А.В.

Программа одобрена на заседании Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова (протокол от 30.05.2019 г. №29).

Заведующий кафедрой – руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры,
д.т.н., профессор

 /А.С. Заворин/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2020/2021 уч. год	Внесены изменения в разделы: Структура и содержание дисциплины; Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины.	Протокол №44 от 26.06.2020