

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЦЭ

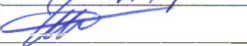
Матвеев А.С.
«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Расчет и проектирование газоперекачивающих агрегатов

Направление подготовки/ специальность	13.03.03 Энергетическое машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Энергетическое машиностроение		
Специализация	Эксплуатация и обслуживание оборудования газокомпрессорных станций		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7,8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единиц)	9/2		
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/ курсовой проект
ИТОГО, ч			396

Вид промежуточной аттестации	Зачет, Экзамен, Диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
---------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	----------------------

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры		Заворин А.С.
Руководитель ООП		Тайлашева Т.С.
Преподаватель		Гиль А.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-1	Способностью к конструкторской деятельности	ПК(У)-1.B1	Владеет опытом выполнения проектных разработок высокотехнологичного оборудования, его отдельных узлов и элементов энергомашиностроительной отрасли
		ПК(У)-1.B2	Владеет навыками работы с нормативно-технической документацией по проектированию объектов энергетического машиностроения
		ПК(У)-1.У1	Умеет выполнять технические расчеты энергетических машин, установок и аппаратов с применением нормативных и отраслевых рекомендаций
		ПК(У)-1.У2	Умеет оценивать технические требования по проектированию строящихся и реконструируемых объектов с использованием передовых технологий
		ПК(У)-1.31	Знает методы проведения основных технических расчетов энергетических машин, установок и аппаратов с применением нормативных и отраслевых требований
		ПК(У)-1.32	Знает требования проектной документации, действующих в отрасли государственных стандартов, нормативно-технических документов по проектированию, строительству и реконструкции объектов профессиональной деятельности
ПК(У)-2	Способностью применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем	ПК(У)-2.B1	Владеет опытом выполнения тепловой схемы, разводки трубопроводов, чертежей газоходов и воздухопроводов, сечений, узлов и элементов по тепломеханическим решениям
		ПК(У)-2.У1	Умеет использовать современные технологии CAE / CAD систем проектирования
		ПК(У)-2.У2	Умеет работать специальными графическими программами для проектирования и моделирования
		ПК(У)-2.31	Знает современные технологии и системы проектирования в энергомашиностроительной отрасли
		ПК(У)-2.32	Знать специальные компьютерные программы, необходимые для разработки проектной и рабочей документации по технологическим решениям
ПК(У)-3	Способностью принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК(У)-3.B3	Владеет опытом анализа вариантов тепловой схемы и выбор оптимального решения
		ПК(У)-3.31	Знает технологические процессы и энергосберегающие технологии энергомашиностроительной отрасли
ПК(У)-4	Способностью представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации	ПК(У)-4.B1	Владеет навыками представления передовых решений инженерных задач с применением средств нормативно-технической и графической информации
		ПК(У)-4.1У1	Умеет оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию
		ПК(У)-4.131	Знает правил выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов в отрасли

2. Место дисциплины 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		Компетенция
Код	Наименование	
РД 1	Знать конструкции и методы расчета газоперекачивающих агрегатов	ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-4
РД 2	Знать нормативные требования, предъявляемые к газоперекачивающему агрегату и использовать нормативную литературу	ПК(У)-1, ПК(У)-3, ПК(У)-4
РД 3	Знать факторы, влияющие на надежность и эффективность работы газоперекачивающих агрегатов	ПК(У)-1, ПК(У)-3
РД 4	Уметь разрабатывать элементы ГПА и составлять технические чертежи	ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-4
РД 5	Владеть методикой расчета и проектирования газоперекачивающего агрегата	ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-4
РД 6	Уметь оценивать полученные результаты, выдавать рекомендации по эксплуатационным и режимным показателям	ПК(У)-1, ПК(У)-3

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	10
		Самостоятельная работа	30
Раздел 2. Термодинамические свойства рабочего тела и процессы в газотурбинной установке	РД 1, РД 3, РД 6	Лекции	8
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	38
Раздел 3. Осевые компрессоры газотурбинных установок	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6	Лекции	8
		Практические занятия	16
		Самостоятельная работа	36
Раздел 4. Газовые турбины	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6	Лекции	8
		Практические занятия	14
		Самостоятельная работа	32
Раздел 5. Камеры сгорания газотурбинных установок	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6	Лекции	10
		Практические занятия	10
		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	6
		Практические занятия	14
		Самостоятельная работа	34

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.

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.

Темы лабораторных занятий:

1. Предупреждение и ликвидация нештатных ситуаций на ГПА.

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 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 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, расчетно-графических работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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%5C24500>)
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%5C34415>)

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):

1. НТБ - <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/>
6. Информационно-справочная система КОДЕКС - <https://www.lib.tpu.ru/html/kodeks>

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

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

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

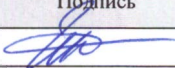
В учебном процессе используется следующее оборудование для занятий:

№	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 401	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 404	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий: – Доска аудиторная настенная - 1 шт.; – Доска аудиторная поворотная – 1 шт.; – Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест; – Проектор - 1 шт.; – Компьютер - 10 шт.; – Имитационная установка по изучению принципов работы ГТД и ГТУ – 1 шт.; – Макет СГУ
3.	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,	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.

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
	учебный корпус №4, аудитория 406	

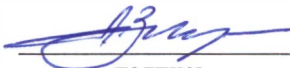
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Эксплуатация и обслуживание оборудования газокompрессорных станций» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Гиль А.В.

Программа одобрена на заседании Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова (протокол от 19.06.2018 г. № 11).

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

 /А.С. Заворин/
подпись