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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ
_____ Матвеев А.С.
«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Динамика и прочность 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	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		22
	Практические занятия		22
	Лабораторные занятия		-
	ВСЕГО		44
Самостоятельная работа, ч			64
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации	экзамен	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		Кулеш Р.Н.

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)-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	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)-2.1З1	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
				ПК(У)-2.1З2	Знает назначение, устройство и принципы действия оборудования КС и СОГ
				ПК(У)-2.1З3	Знает виды, методы и технологии выполнения технического обслуживания и ремонтов оборудования КС и СОГ
		И.ПК(У)-2.2	Выполнение работ по подготовке предложений по повышению эффективности работы оборудования КС и СОГ	ПК(У)-2.2В1	Владеет опытом выполнение мероприятий по повышению долговечности и надежности работы оборудования
				ПК(У)-2.2У1	Умеет оценивать эффективность от внедрения новаций
				ПК(У)-2.2З1	Знает технологические процессы транспортировки газа
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)-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)-4.1З2В2	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
ПК(У)-5	Способен выполнять работы по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий	И.ПК(У)-5.1	Выполнение работ по эксплуатации тепломеханического оборудования в соответствии со стандартами и нормативными регламентами деятельности	ПК(У)-5.1В2	Владеет навыком контроля соблюдение технологического регламента при техническом обслуживании, диагностики и ремонте
				ПК(У)-5.1У2	Умеет классифицировать дефекты и неисправности тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.1З1	Знает назначение, виды, принцип действия и технические данные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	эксплуатации тепломеханического оборудования				тепломеханического оборудования

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция ООП
Код	Наименование	
РД 1	Знать методы проведения технических расчетов и определения эффективности эксплуатации оборудования	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.2
РД 2	Анализировать и оценивать эффективность работы оборудования	И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-3.1
РД 3	Знать схемы, конструкции, характеристики, технико-экономические показатели и особенности эксплуатации оборудования	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-4.1
РД 4	Проводить расчеты на прочность элементов оборудования	И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1
РД 5	Знать нормативно-техническую документацию по проектированию объектов энергетического машиностроения.	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-4.1

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. Деформация, прочность и износ материалов	РД 1, РД3, РД4, РД 5	Лекции	**6**
		Практические занятия	**6**
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	**16**
Раздел 2. Прочность лопаток турбомашин	РД2, РД4, РД5	Лекции	**6**
		Практические занятия	**6**
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	**16**
Раздел 3. Прочность дисков и роторов	РД3, РД5, РД1	Лекции	**6**
		Практические занятия	**6**
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	**16**
Раздел 4. Прочность элементов статора	РД 1, РД3, РД4, РД 5	Лекции	**4**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	**16**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. ***Деформация, прочность и износ материалов.***

Условия работы материалов и деталей машин. Ползучесть и длительная прочность материалов. Многоцикловая усталость и расчет долговечности. Основные представления линейной механики разрушения. Анализируется эффективность и надежность эксплуатации оборудования.

Темы лекций:

1. Условия работы материалов и деталей машин. Ползучесть и длительная прочность материалов.
2. Многоцикловая усталость и расчет долговечности. Основные представления линейной механики разрушения.
3. Зарождение и развитие трещин при постоянных и цикличных нагрузках и умеренных температурах. Распространение трещин ползучести. Коррозионный и эрозийный износ в турбомашинах.

Темы практических занятий:

1. Закономерности пластического деформирования материалов и критерии прочности при умеренных температурах.
2. Ползучесть и длительная прочность материалов.
3. Усталость и термоусталость материалов.

Раздел 2. ***Прочность лопаток турбомашин.***

Знакомятся с особенностями конструкции рабочих лопаток турбомашин. Причинами, вызывающими вибрации лопаток. Последствия высокой вибрации. Влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на вибрацию рабочих лопаток. Прочность замковых соединений рабочих лопаток с ротором.

Темы лекций:

1. Особенности конструкции рабочих лопаток турбомашин. Причины, вызывающие вибрации лопаток. Последствия высокой вибрации.
2. Изгиб рабочих лопаток. Уравнение изгиба. Опасные сечения, опасные точки. Трещиностойкость рабочих лопаток. Длительная прочность рабочих лопаток.
3. Влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на вибрацию рабочих лопаток. Прочность замковых соединений рабочих лопаток с ротором.

Темы практических занятий:

1. Напряжения и деформации рабочих лопаток в условиях упругости.
2. Ползучесть и длительная прочность рабочих лопаток.
3. Прочность связей и хвостовых соединений.

Раздел 3. ***Прочность дисков и роторов.***

Рассматривается классификация и особенности исполнения дисков и роторов турбомашин. Напряжение и деформация в дисках и роторах в условиях упругости. Напряжение и деформация в дисках и роторах в условиях ползучести. Ползучесть и длительная прочность роторов. Термоусталось роторов. Трещинообразование и трещиностойкость дисков в условиях коррозионной среды.

Темы лекций:

1. Классификация и особенности исполнения дисков и роторов турбомашин. Напряжение и деформация в дисках и роторах в условиях упругости.

2. Напряжение и деформация в дисках и роторах в условиях ползучести. Ползучесть и длительная прочность роторов.
3. Термоусталость роторов. Трещинообразование и трещиностойкость дисков в условиях коррозионной среды.

Темы практических занятий:
1. Напряжение и деформация в дисках в условиях упругости.
2. Напряжение и деформация в роторах в условиях упругости.
3. Напряжение и деформация в условиях ползучести.

Раздел 4. ***Прочность элементов статора.***

Рассматривается классификация и особенности исполнения корпусов турбомашин. Условия работы корпусов турбомашин. Принципы конструирования корпусов. Тепловые расширения паровой турбины. Напряжения и деформация корпусов в условиях упругости. Ползучесть и длительная прочность элементов корпуса. Диафрагмы турбомашин. Особенности конструкции диафрагм. Подшипники турбомашин. Конструкции подшипников скольжения. Статические и динамические характеристики подшипников.

Темы лекций:
1. Классификация и особенности исполнения корпусов турбомашин. Условия работы корпусов турбомашин. Принципы конструирования корпусов. Тепловые расширения паровой турбины. Напряжения и деформация корпусов в условиях упругости.
2. Ползучесть и длительная прочность элементов корпуса. Диафрагмы турбомашин. Особенности конструкции диафрагм. Подшипники турбомашин. Конструкции подшипников скольжения. Статические и динамические характеристики подшипников.

Темы практических занятий:
1. Напряжения и деформация корпусов в условиях упругости.
2. Диафрагмы турбомашин.

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 практическим занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к контрольной работе, экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Кулагин В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок учебник: в 2 кн.: / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. – 3-е изд., испр. – Москва: Машиностроение, 2013. – Режим доступа:

http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C267666.
2. Чумаков Ю. А. Теория и расчет транспортных газотурбинных двигателей: учебник / Ю. А. Чумаков. – Москва: Форум Инфра-М, 2012. – 448 с.: ил. – Высшее образование. –Библиогр.: с. 441–442. – Режим доступа: http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C241724

Дополнительная литература:

1. 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. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во МЭИ, 2008. – 556 с. – Режим доступа: http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/143619
2. Инженерные основы проектирования камер сгорания авиационных ГТД: учебное пособие / В. Е. Резник [и др.]; Куйбышевский авиационный институт им. С. П. Королева; под ред. В. П. Лукачева. – Куйбышев: Изд-во КуАИ, 1981. – 77 с.: ил. – Режим доступа: http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C337607
3. Костюк А.Г., Трухний А.Д., Куменко А.И. Сборник задач по динамике и прочности турбомашин. – М.: Машиностроение, 1990. – 336 с. – Режим доступа: http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/265731

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный каталог Томского регионального библиотечного консорциума (http://arbicon.tomsk.ru);
2. Архив научных журналов «Neicon» (http://archive.neicon.ru);
3. Единая государственная информационная система учета НИОКТР (http://rosrid.ru);
4. Национальная электронная библиотека (https://нэб.рф);
5. База реферативных журналов Всероссийского института научной и технической информации (http://www2.viniti.ru);
6. Российский информационно-библиотечный консорциум (http://www.ribk.net);
7. Университетская информационная система «УИС Россия» (http://uisrussia.msu.ru);
8. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (http://www1.fips.ru);
9. Поисковая система Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (http://fcior.edu.ru).

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.

1. 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 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 404	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная – 1 шт.; Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 10 шт.;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 406	Анализатор дымовых газов Testo350 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 401	Макет ГПА–32 Ладога – 1 шт.; Макет компрессора – 1 шт. Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

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		Кулеш Р.Н.

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

Заведующий кафедрой – руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры,
д.т.н., профессор _____ / А.С. Заворин /
подпись

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