

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.

«16» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Вибропрочность и устойчивость элементов ГПА			
Направление подготовки/ специальность	13.04.03 Энергетическое машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Проектирование и диагностирование энергетических агрегатов		
Специализация	Проектирование и диагностирование энергетических агрегатов		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовая работа
ИТОГО, ч			216

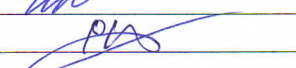
Вид промежуточной
аттестации

диф.
зачет,
экзамен

Обеспечивающее
подразделение

НОЦ
И.Н. Бутакова

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

		Заворин А.С.
		Гиль А.В.
		Кулеш Р.Н.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

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	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-5	Способен организовывать работы по эксплуатации газотранспортного оборудования, станций охлаждения газа и газораспределительных станций (ГРС)	И.ПК(У)-5.1	Организация производственного процесса эксплуатации газотранспортного оборудования, СОГ и ГРС.	ПК(У)-5.1B1	Ранжировать эксплуатационные задачи с точки зрения приоритетности их выполнения
				ПК(У)-5.1У1	Производить оценку остаточного ресурса технологического оборудования КС, СОГ и ГРС
				ПК(У)-5.131	Технология транспортировки газа по магистральным газопроводам, в т.ч. технологические схемы компрессорных станций, установки ГПА и других систем вспомогательного назначения
				ПК(У)-5.1У2	Выявлять отклонения от нормальной работы газотранспортного оборудования
ПК(У)-7	Способен осуществлять управление системой контроля технического состояния и технического диагностирования на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса	И.ПК(У)-7.2	Оценка технического состояния объектов и сооружений нефтегазового комплекса по данным неразрушающего контроля и (или) испытаний.	ПК(У)-7.2B1	Выполнять операции контроля, давать оценку и идентифицировать результаты контроля и испытаний, выдавать заключения о результатах технического контроля и диагностирования
				ПК(У)-7.231	Типы и виды дефектов, вероятные зоны их образования с учетом действующих на объект нагрузок и других факторов
		И.ПК(У)-7.3	Разработка мероприятий по снижению эксплуатационных рисков на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса	ПК(У)-7.3B1	Подготовка решения о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации объекта по результатам контроля технического состояния и технического диагностирования
				ПК(У)-7.3У1	Определять методы, оборудование, технологии и методики, подлежащие использованию для конкретных видов объектов
				ПК(У)-7.331	Принципы, физические основы, техническое обеспечение методов технического контроля и диагностирования, современные разработки в области механики разрушения
ПК(У)-9	Способен	И.ПК(У)-9.1	Подготовка и проведение	ПК(У)-9.1B1	Настраивать

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	осуществлять вибрационное диагностирование топливно-энергетических систем		вибрационного диагностирования топливно-энергетических систем		оборудование и определять работоспособность оборудования для проведения вибрационного диагностирования оборудования топливно-энергетических систем
				ПК(У)-9.1У1	Подготовка оборудования для проведения вибрационного диагностирования оборудования топливно-энергетических систем
				ПК(У)-9.131	Назначение и принцип работы Назначение и принцип работы оборудования для проведения вибрационного диагностирования оборудования топливно-энергетических систем
ПК(У)-11	Способен осуществлять обеспечение промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию, эксплуатации, реконструкции, капитальном ремонте, техническом перевооружении, консервации и ликвидации опасного производственного объекта	И.ПК(У)-11.1	Организация мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта.	ПК(У)-11.1В1	Организация контроля проведения экспертизы промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением, а также оценки соответствия требованиям промышленной безопасности перед вводом в эксплуатацию опасного производственного объекта
				ПК(У)-11.1У1	Оценивать риски и определять меры по обеспечению промышленной безопасности при выполнении работ и ведении технологических процессов
				ПК(У)-11.131	Алгоритм функционирования технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, предусмотренный технической документацией изготовителя

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

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

3. Планируемые результаты обучения по дисциплины (модулю)

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Знать организацию производственного процесса эксплуатации газотранспортного оборудования и ГРС.	И.ПК(У)-5.1
РД 2	Оценивать техническое состояние объектов и сооружений нефтегазового комплекса по данным неразрушающего контроля и (или) испытаний.	И.ПК(У)-7.2
РД 3	Разрабатывать мероприятия по снижению эксплуатационных рисков на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса.	И.ПК(У)-7.3 И.ПК(У)-11.1
РД 4	Подготовка и проведение вибрационного диагностирования газотранспортного оборудования.	И.ПК(У)-9.1 И.ПК(У)-11.1

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 ¹	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Основы теорий прочности и колебаний	РД1	Лекции	8
	РД2	Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	76
Раздел (модуль) 2. Прочность и динамика элементов ГПА	РД1	Лекции	8
	РД2	Практические занятия	16
	РД3	Лабораторные занятия	8
	РД4	Самостоятельная работа	76

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы теорий прочности и колебаний

В разделе изучаются основы колебаний. Влияние колебаний на надежность. Особенности появления вибрации в ГПА.

Темы лекций:

1. Динамические напряжения и динамическая прочность. Понятия прочность, усталость, запас прочности.
2. Основы теории колебаний и способы измерения вибрации.
3. Цели и задачи расчетов прочности и динамики ГПА. Условия работы элементов конструкции и нагрузки, действующие на узлы и детали ГПА.
4. Способы снижения вибрации и обеспечения прочности газоперекачивающего оборудования на этапах его проектирования и эксплуатации.

Темы практических занятий:

1. Свойства материалов, используемых при проектировании элементов ГПА.
2. Расчет на прочность простых элементов.

3. Основные уравнения колебания систем.
4. Уравнение движения системы.

Названия лабораторных работ:

1. Основы центровки валов. Горизонтальная центровка валов.
2. Основы центровки валов. Центрировка валов, сопряженных гибкими муфтами.
3. Основы центровки валов. Центрировка валов с помощью лазерных приспособлений.
4. Основы центровки валов. Проверка плоскости фундаментов и прямолинейности направляющих.

Раздел 2. Прочность и динамика элементов ГПА

Рассматриваются нагрузки и силы, действующие на элементы газотурбинного двигателя. Прочностные и динамические характеристики газотурбинного привода.

Темы лекций:

1. Эксплуатационные нагрузки ГПА. Факторы, определяющие работоспособность конструкции. Усилия, действующие на элементы конструкции газотурбинного двигателя.
2. Прочность и динамика лопаток турбокомпрессора.
3. Прочность дисков компрессоров и турбин газотурбинных двигателей.
4. Динамика и устойчивость роторов.

Темы практических занятий:

1. Усилия, действующие на элементы конструкции газотурбинного двигателя.
2. Расчет на прочность лопатки турбокомпрессора.
3. Нагрузки, действующие на диск. Определение напряжений и деформаций в диске постоянной толщины.
4. Расчет напряжений и деформаций в диске произвольного профиля. Оценка прочности дисков.

Названия лабораторных работ:

1. Измерение вибрации оборудования. Мониторинг технического состояния и диагностика дефектов механического оборудования.
2. Измерение вибрации оборудования. Балансировка роторов в собственных опорах.
3. Измерение вибрации оборудования. Измерение ускорения, скорости и виброперемещения с помощью виброметра.
4. Измерение вибрации оборудования. Устранение дисбаланса ротора с помощью виброанализатора.

Тематика курсовых работ:

1. Исследование вибрации электродвигателей работающих в составе группы оборудования ГПА.
2. Устройство акселерометра и способы его тарирования для диагностики оборудования в составе ГПА.
3. Диагностика асинхронных двигателей применяемых в элементах ГПА.
4. Диагностика подшипников скольжения и виды их повреждений в составе оборудования ГПА
5. Диагностика зубчатого зацепления в составе оборудования ГПА.
6. Диагностика подшипников качения применяемых в составе оборудования ГПА

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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы;
- Подготовка к контрольной работе к диф. зачету, экзамену;
- Выполнение расчетных заданий;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Сергиенко, Владимир Петрович. Вибрация и шум в нестационарных процессах трения / В. П. Сергиенко, С. Н. Бухаров; Национальная академия наук Беларуси (НАНБ, НАН Беларуси), Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого (ИММС). - Минск: Беларуская навука, 2012. - 347 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C275952>)
2. Трояновский, Борис Михайлович. Паровые и газовые турбины атомных электростанций : учебное пособие / Б. М. Трояновский, Г.А. Филиппов, А. Е. Булкин. - Екатеринбург: АТП, 2015. - 256 с.: ил. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C317978>)
3. Яцун, Сергей Федорович. Кинематика, динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры : учебное пособие для вузов / С. Ф. Яцун, В. Я. Мищенко, Е. Н. Политов. – Москва: Инфра-М Альфа-М Уником Сервис, 2012. – 207 с.: ил. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C238329>)

Дополнительная литература:

1. Костюк А.Г., Трухний А.Д., Куменко А.И. Сборник задач по динамике и прочности турбомашин. М.: Машиностроение, 1990. 336 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C265731>)
2. Манушин Э.А. Суровцев И.Г. Конструирование и расчет на прочность турбомашин газотурбинных и комбинированных установок. М.: Машиностроение, 1990. 339 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C50034>)
3. Васильев Г.Г., Гульков А.Н., Земенков Ю.Д. Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности. Справочник мастера по эксплуатации оборудования газовых объектов. [Электронный ресурс]. Том 1. Т. 1 / "Инфра-Инженерия", 2016. – 608 с. – Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по высшему нефтегазовому образованию (УМО НГО) в качестве учебного пособия для студентов нефтегазового профиля. – Книга из коллекции "Инфра-Инженерия" – Инженерно-технические науки. – ISBN 978-5-9729-0014-5. – Схема доступа: (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C152139>)
4. Эксплуатация насосных и компрессорных станций : учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; сост. А. Л. Саруев , Л. А. Саруев. - Томск: Изд-во ТПУ, 2017. - 357 с.: ил.. – Библиогр.: с. 357. – Принятые сокращения: с. 354-356. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU~2F%D0%AD%D0%91%D0%A1%20I%20PR%20BOOKS~2F84046>)

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. Microsoft Office 2007 Standart Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standart Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings;
4. Zoom Zoom;
5. Mathcad;
6. Autodesk AutoCAD.

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 404	Имитационная установка по изучению принципов работы ГТД и ГТУ – 1 шт.; Макет СГУ – 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Тумба стационарная - 1 шт.; Тумба навесная - 1 шт.; Компьютер - 12 шт.; Проектор - 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	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 (учебная лаборатория) 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.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 41	
---	--

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.03 Энергетическое машиностроение (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Кулеш Р.Н.

Программа одобрена на заседании Центра И.Н. Бутакова (протокол от 26 июня 2020 г. № 44).

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

 /Заворин А.С./
подпись