

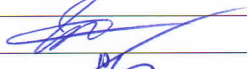
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.
«26» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

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	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			Заворин А.С.
Руководитель ООП			Гиль А.В.
Преподаватель			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%20IPR%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

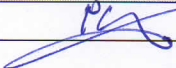
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (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	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

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

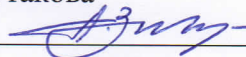
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.03 Энергетическое машиностроение (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Кулеш Р.Н.

Программа одобрена на заседании Центра И.Н. Бутакова (протокол от 30 мая 2019 г. № 29).

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

 /Заворин А.С./
подпись