

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 07 » февраля 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Динамика газотурбинных установок
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 13.04.03 Энергетическое машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование комплекса знаний по повышению компетенция в области анализа динамического поведения конструктивных элементов, узлов и систем газотурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов и других энергетических установок.

Задачей изучения дисциплины является приобретение дополнительных профессиональных знаний, умений и навыков:

– изучение определенной совокупности углубленных теоретических знаний о роли и месте динамических нагрузок в формировании работоспособности и надежности газотурбинных двигателей и газоперекачивающих агрегатов, и их неоднозначности в воздействии на материал, конструктивные элементы их конструкцию;

– формирование умений в освоении приемов и методов проведения динамического анализа и расчета прочности, оценки надежности конструкции газотурбинных установок (ГТУ) и газоперекачивающих агрегатов (ГПА) для различных этапов его жизненного цикла;

– формирование навыков выбора методов и методик прочностных расчетов конструктивных элементов газоперекачивающих агрегатов с учетом динамических нагрузок и освоении навыков основных расчетных алгоритмом в процессе разработки и проектирования энергетических систем.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

– газотурбинные двигатели и газоперекачивающие агрегаты;

– процессы динамического нагружения и деформирования конструктивных элементов ГТУ и ГПА;

– методы анализа статической и динамической прочности – экспериментальные методы, методы математического моделирования; методы испытаний, планирование эксперимента, эквивалентные испытания узлов и деталей конструкций ГТУ.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает современные методы расчета на прочность, устойчивость конструктивных элементов ГТУ и ГПА, методы динамического анализа применительно к ГТУ и ГПА, методы экспериментальных исследований физико-механических свойств материалов и механизмы влияния на физико-механические свойства материалов динамических нагрузок.	Знает порядок координации действий исполнителей работ по инженерно-техническому проектированию энергетического оборудования.	Дифференцированный зачет
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет определять динамические нагрузки, действующих на конструктивные элементы и узлы ГТУ и ГПА, выбирать методики оценки влияния динамических нагрузок на конструктивные элементы и узлы ГТУ и ГПА, определять основное динамическое состояние элементов и узлов ГТУ и ГПА.	Умеет определять параметры контроля хода работ по инженерно-техническому проектированию энергетического оборудования, качества и исполнения требований технической документации при проектировании.	Дифференцированный зачет
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками расчета динамических нагрузок для конструктивных элементов и узлов ГТУ и ГПА и расчетов на прочность, устойчивость основных элементов и узлов ГТУ и ГПА.	Владеет навыками организации сбора результатов мониторинга работ по инженерно-техническому проектированию энергетического оборудования для контроля хода проектирования.	Дифференцированный зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	50	50	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Динамические нагрузки, действующие на ГТУ и формы колебаний конструкции ГПА	1	0	0	0
Введение. Динамические нагрузки, действующие на ГТУ. Определения теории колебаний и механизмы их возникновения в ГТУ и ГПА.				
Динамическая устойчивость ГТУ	2	2	0	10
Задачи динамического анализа ГТУ. Колебания ГТУ.				
Расчет динамического НДС ГТУ	4	8	0	10
К расчету напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов ГТУ. Моментная и безмоментная теория оболочек.				
Основные расчетные схемы конструкционной прочности основных элементов газотурбинного двигателя	7	16	0	40
Динамическое поведение валов ГТУ и компрессора лопаточного типа с корпусом ГПА. Расчет пластин, оболочек, стержней.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Экспериментальные методы исследований динамической прочности конструктивных элементов ГТУ и ГПА	4	24	0	48
Напряжения и деформации в лопатке ГТУ и компрессора ГПА. Расчет камеры сгорания ГТУ, баков, пространственных конструкций сложной геометрической формы и трубопроводов. Динамические испытания ГТУ. Основные моменты в понимании основных подходов в изучении и освоении дисциплине «Динамика газотурбинных установок», формирования компенсаций специалиста.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	50	0	108
ИТОГО по дисциплине	18	50	0	108

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение собственных форм и частот колебаний конструктивных элементов ГТУ и ГПА
2	Исследование влияния геометрических параметров на НДС при динамических нагрузках на конструкцию ГТУ
3	Влияние изгибных колебаний на герметичность ГТУ
4	Динамические испытания ГТУ

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок. - М.: , Машиностроение, 2008. - (Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок : учебник для вузов : в 5 т.; Т. 4).	38
2	Костюк А.Г. Динамика и прочность турбомашин : учебник для вузов / А. Г. Костюк. - Москва: Изд-во МЭИ, 2000.	7
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Динамика механизмов : учебное пособие / А. А. Головин [и др.]. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.	11
2.2. Периодические издания		
1	Авиационная промышленность : научно-технический журнал / Государственный комитет Российской Федерации по оборонным отраслям промышленности; Научно-исследовательский институт авиационной технологии. - Москва: НИАТ, 1932 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Головин А. А. Динамика механизмов : учеб. пособие	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-106277	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Крец В. Г. Машины и оборудование газонефтепроводов : учебное пособие / Крец В. Г., Рудаченко А. В., Шмурыгин В. А.	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-104949	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютеры	12
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе