

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

« 16 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Экспериментальный практикум по динамике конструкций  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.03 Прикладная механика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Динамика и прочность машин, конструкций и механизмов  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков экспериментального исследования динамического поведения машин и конструкций.

Задачи дисциплины:

- научить методам экспериментального исследования динамических явлений в конструкциях;
- ознакомить с современным экспериментальным оборудованием для исследования динамических явлений в конструкциях;
- научить методам модального анализа динамического поведения конструкций.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы динамических испытаний конструкций;
- современное экспериментальное оборудование для исследования динамических явлений в конструкциях;
- методы модального анализа динамического поведения конструкций.

### 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
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знает основные подходы к планированию и осуществлению экспериментальных исследований, современные методы, средства и стандарты проведения экспериментов;	Знает основные подходы к планированию и осуществлению экспериментальных исследований, современные методы, средства и стандарты проведения экспериментов;	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Умеет выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, в том числе обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов;	Умеет выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, в том числе планирование и осуществление необходимых испытаний, проектирование и подготовку технической документации на изготовление образцов и оснастки, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов;	Защита лабораторной работы
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеет навыками выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, включая обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов.	Владеет навыками выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, включая планирование и осуществление необходимых испытаний, проектирование и подготовку технической документации на изготовление образцов и оснастки, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	25	25	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 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
4-й семестр				
Модальные характеристики колебательных систем	7	25	0	20
Введение. Задачи экспериментального исследования динамики конструкций Модальные характеристики колебательной системы с одной степенью свободы. Модальные характеристики колебательной системы с несколькими степенями свободы. Модальные характеристики колебательной системы с распределенными параметрами. Представление колебательных процессов в виде спектра. Динамика роторных систем. Типы вибрационных процессов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические основы экспериментального модального анализа	11	0	0	43
Передаточная функция системы с одной степенью свободы. Передаточная функция системы несколькими степенями свободы Измерительные системы. Датчики. Системы вибрационного и баллистического нагружения. Цифровая обработка сигналов. Резонансный метод модального анализа. Ударный модальный анализ (impact–метод). Метод лазерной виброметрии в модальном анализе Метод корреляции цифровых изображений в анализе динамического поведения конструкций.				
ИТОГО по 4-му семестру	18	25	0	63
ИТОГО по дисциплине	18	25	0	63

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Анализ спектра колебательного процесса.
2	Исследование динамики роторной системы.
3	Исследование процесса баллистического повреждения конструкции.
4	Исследование модальных характеристик лопатки ГТД с помощью резонансного метода.
5	Исследование модальных характеристик лопатки ГТД с помощью impact–метода.
6	Исследование модальных характеристик лопатки ГТД с помощью метода лазерной виброметрии.
7	Исследование модальных характеристик лопатки ГТД с помощью метода корреляции цифровых изображений.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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.

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.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии.

### 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Бидерман В. Л. Теория механических колебаний : учебник для вузов / В. Л. Бидерман. - Москва: Высш. шк., 1980.	34
2	Нихамкин М. Ш. Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях : конспект лекций / М. Ш. Нихамкин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	5
3	Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле : пер. с англ. / С. П. Тимошенко, Д. Х. Янг, У. Уивер. - Москва: Машиностроение, 1985.	7
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Бабаков И. М. Теория колебаний : учебное пособие для вузов / И. М. Бабаков. - Москва: Дрофа, 2004.	112

2	Блехман И.И. Вибрационная механика / И.И.Блехман. - М.: Физматлит, 1994.	1
3	Ерофеев В. И. Волны в стержнях. Дисперсия. Диссипация. Нелинейность / В. И. Ерофеев, В. В. Кажаяев, Н. П. Семерикова. - Москва: Физматлит, 2002.	3
4	Пановко Я. Г. Основы прикладной теории колебаний и удара / Я. Г. Пановко. - Ленинград: Политехника, 1990.	28
5	Ударно-волновые явления в конденсированных средах / Г.И.Канель,С.В.Разоренов,А.В.Уткин,В.Е.Фортов. - М.: Янус-К, 1996.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал / Институт механики; Центральный научно-исследовательский институт машиностроения. - Москва: Наука, 1966 - .	
2	Прикладная механика и техническая физика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева; Институт теоретической и прикладной механики. - Новосибирск: СО РАН, 1960 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	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	Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования	<a href="http://journals.rudn.ru/engineering-researches">http://journals.rudn.ru/engineering-researches</a>	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 )
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

Вид ПО	Наименование ПО
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978 )
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	APM WinMachine 14, (Лиц. 108317, МКМК ФПММ)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Анализатор МІС-300	1
Лабораторная работа	Вибростенд	1
Лабораторная работа	Измерительный инструмент	3
Лабораторная работа	Компьютеры	10
Лекция	Проектор	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе.
-------------------------------