

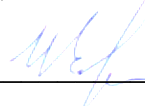
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 11 » июля 20 25 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Дополнительные главы динамики
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 252 (7)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика
(код и наименование направления)

Направленность: Прикладная механика (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - формирование в сознании обучающегося целостной концептуальной базы фундаментальных знаний в области исследования динамического поведения механических систем с конечным и бесконечным числом степеней свободы в рамках линейных и нелинейных математических моделей.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний в области изучения классических и технических теорий и методов решения задач по исследованию динамического поведения механических систем с конечным и бесконечным числом степеней свободы;
- формирование умений создания расчетной схемы исследования динамического поведения механических систем с конечным числом степеней свободы и систем с распределенными параметрами в рамках линейных и нелинейных математических моделей;
- формирование навыков применения расчетных методик оценки динамического поведения конструкций на основе аналитических, численных и экспериментальных методов; математической постановки и решения научно-исследовательских задач в области динамических расчетов механических систем на основе математических моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

механические системы с конечным числом степеней свободы и систем с распределенными параметрами;
аналитические и приближенные и экспериментальные методы определения динамических характеристик механических систем.

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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает основные разделы теории колебаний, численные методы моделирования, включая метод конечных элементов.	Знает основные разделы математики, механики деформируемых тел, теории колебаний; современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, численные методы моделирования, включая метод конечных элементов;	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет применять специальные методики расчета конструкций на прочность и устойчивость; применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР).	Умеет применять специальные методики расчета параметров нагружения; применять специальные методики расчета конструкций на прочность, устойчивость и жесткость; применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа, пакеты программ для создания электронных геометрических моделей; читать проектную конструкторскую и нормативную документацию	Курсовая работа
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками разработки динамических моделей; применения современных методов, используемых при проектировании.	Владеет навыками разработки статических и динамических моделей; применения современных методов, средств и стандартов, прикладных комплексов программ используемых при проектировании.	Экзамен
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает современные методы и средства проведения вибродинамических испытаний материалов и конструкций.	Знает современные методы и средства проведения статических и вибродинамических испытаний материалов и конструкций; современные методы обработки экспериментальных данных;	Зачет
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет проводить анализ полученных экспериментально результатов.	Умеет проводить анализ полученных результатов; применять пакеты прикладных программ для обработки экспериментальных данных.	Защита лабораторной работы
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками обработки экспериментальных данных по результатам натурных и модельных	Владеет навыками обработки экспериментальных данных по результатам натурных и модельных	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		исследований.	исследований; применения современных методов, средств и стандартов инженерного эксперимента.	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	90	54	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	34	18	16
- лабораторные работы (ЛР)	18		18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	72	54
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет	9		9
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	252	162	90

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
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Колебания систем с распределенными параметрами	9	0	28	34
Задачи и цели дисциплины, связь с другими науками и специальными дисциплинами. Основные положения аналитической динамики механических систем. Теория колебаний линейных систем. Свободные и вынужденные колебания стержней, стержневых систем. Уравнения продольных и крутильных колебаний прямых стержней. Поперечные колебания струн. Допущения и гипотезы. Типичные граничные условия. Аналитические методы решения динамических задач. Определение собственных частот и форм колебаний методом разделения переменных. Определение движения по начальным условиям. Вынужденные продольные колебания прямых стержней под действием сосредоточенной, распределенной и гармонической нагрузки. Прямой метод решения и метод разложения по собственным формам. Изгибные колебания систем с распределенными параметрами. Уравнение изгибных колебаний прямых стержней. Функции Крылова. Свободные колебания и вынужденные колебания при действии различного вида нагрузок. Влияние продольных сил на частоту изгибных колебаний стержня; сравнение с задачей устойчивости Эйлера.				
Приближенные методы решения задач динамики.	4	0	6	14
Простейшие приближенные формулы для оценки низшей собственной частоты. Формулы Релея, Донкерлея, метод Граммеля. Приближенные методы определения собственных частот колебаний. Метод последовательных приближений. Метод Релея – Ритца. Метод Галеркина. Реализация приближенных методов на примерах решения задач о колебаниях стержней, пластин.				
Численные методы решения спектральных задач.	5	0	0	24
Применение метода конечных элементов для получения разрешающих соотношений задач динамики. Метод конечных элементов. Прямая дискретизация систем с распределенной массой. Построение матриц жесткости и масс. Формирование системы матричных уравнений динамической задачи. Метод обратных итераций. Метод парабол. Примеры использования численных методов в расчетной практике.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	0	34	72

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
8-й семестр				
Параметрические колебания одномассовых систем.	16	0	0	24
Анализ причин возникновения параметрических колебаний. Примеры возникновения параметрических колебаний. Уравнения Хилла и Матье. Случаи периодического изменения жесткости системы. Случаи периодического изменения параметрических нагрузок. Анализ границ устойчивости при параметрических колебаниях. Решение уравнения Матье. Диаграмма Айнса-Стретта. Определение границ устойчивости. Примеры влияния сил сопротивления на параметрические колебания.				
Практическая реализация решений динамических задач.	0	18	0	30
Исследование колебаний механических систем с распределенными параметрами и систем с конечным числом степеней свободы. Динамический гаситель колебаний Практическая реализация решений динамических задач.				
ИТОГО по 8-му семестру	16	18	0	54
ИТОГО по дисциплине	34	18	34	126

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Формирование навыков расчета продольных колебаний прямых стержней: свободные, вынужденные колебания.
2	Формирование навыков расчета крутильных колебаний прямых стержней: свободные, вынужденные колебания.
3	Изучение методов расчета изгибных колебаний стержней; анализ вынужденных и свободных колебаний.
4	Изучение метода разложения по собственным формам колебаний.
5	Формирование навыков применения приближенных методов определения собственных частот колебаний стержней. Анализ метода Релея-Ритца.
6	Расчет параметрических колебаний механических систем.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследования колебаний механических систем с распределенными параметрами.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
2	Исследования колебаний систем с конечным числом степеней свободы. Динамический гаситель колебаний.
3	Разработка алгоритма и практическая реализация решений динамических задач для механических систем.
4	Исследование колебаний крутильного маятника
5	Определение механических характеристик материала с использованием крутильного маятника
6	Определение механических характеристик материалов с использованием динамических методов

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Определение динамических характеристик (собственных частот и форм колебаний) стержневых систем

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление связей с ранее освоенным материалом. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин к решению проблем; закрепление основ теоретических знаний. 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 лабораторных работ.
--

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 (курсовую 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	Бабаков И. М. Теория колебаний : учебное пособие для вузов. 4-е изд., испр. Москва : Дрофа, 2004. 592 с.	111
2	Баев В. К. Теория колебаний : учебное пособие для академического бакалавриата. 2-е изд. Москва : Юрайт, 2019. 348 с. 21,75 усл. печ. л.	1
3	Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний : учебное пособие для вузов. М. : Высш. шк., 1972. 416 с.	25
4	Масленников А. М. Динамика и устойчивость сооружений : учебник и практикум. Москва : Юрайт, 2016. 366 с. 28,37 усл. печ. л.	4
5	Паршаков А. Н. Современное введение в физику колебаний : учебное пособие. Долгопрудный : Интеллект, 2013. 235 с. 15,0 усл. печ. л.	15
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Алдошин Г. Т. Теория линейных и нелинейных колебаний : учебное пособие. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург[и др.] : Лань, 2013. 311 с. 16,80 усл. печ. л.	2
2	Берлинер Э. М., Таратынов О. В. САПР в машиностроении : учебник для вузов. Москва : ИНФРА-М, 2010. 447 с.	11
3	Механика сплошной среды Основы механики твёрдых сред. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. 623 с. 50,7 усл. печ. л.	10
4	Морозов В. К., Рогачёв Г. Н. Моделирование процессов и систем : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. Москва : Академия, 2015. 264 с. 17,0 усл. печ. л.	7
5	Филиппов И. Г., Чебан В. Г. Математическая теория колебаний упругих и вязкоупругих пластин и стержней. Кишинев : Штиинца, 1988. 189 с.	3
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Мельникова Т. Е., Шевелев Н. А. Исследование динамического поведения элементов машиностроительных конструкций : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2017. 59 с. 3,75 усл. печ. л.	5
2	Паршаков А. Н. Физика линейных и нелинейных волновых процессов в избранных задачах : учебное пособие. Долгопрудный : Интеллект, 2014. 142 с. 9,0 усл. печ. л.	20
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		

1	Прочность, устойчивость, колебания Т.2 / Александров А. Я., Амбарцумян С. А., Бидерман В. Л., Биргер И. А., Вольмир А. С. М. : Машиностроение, 1968. 464 с.	18
---	---	----

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Кычкин В.И. Прикладная теория колебаний: учебное пособие для вузов./В.И. Кычкин. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.-202 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks173004	локальная сеть; 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 27.03.2022)
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.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц.L3263-7820*)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	APM WinMachine 14, (Лиц. 108317, МКМК ФПММ)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	QForm2D/3Dx32, x64, (Лиц. № 081209-2)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	КОМПАС-3D V10 (лиц. К-08-1911)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
--------------	---------------------------------

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	https://elib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRsmart	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Компьютерный класс	1
Лабораторная работа	Учебная лаборатория: вибростенд, стробоскоп	1
Лабораторная работа	Учебная лаборатория: прибор для измерения механических характеристик резонансным методом	1
Лабораторная работа	Учебная лаборатория: крутильный маятник	1
Лекция	Учебная аудитория: парты, стол преподавателя, доска.	1
Практическое занятие	Учебная аудитория: парты, стол преподавателя, доска.	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

Факультет прикладной математики и механики
Кафедра «Динамика и прочность машин»

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры ДПМ
протокол №4 от 9 ноября. 2020г.
Заведующий кафедрой
_____ В.П. Матвеев

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Дополнительные главы динамики»
основной профессиональной образовательной программы высшего образования –
программы академического бакалавриата

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Динамика и прочность машин, приборов и
аппаратуры

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Динамика и прочность машин

Форма обучения: Очная

Курс: 4

Семестр: 7,8

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 7 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 252 ч.

Виды промежуточного контроля:

Экзамен: 7 семестр Диф.зачет: 8 семестр Курсовая работа: 7 семестр

Пермь 2020

Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.В.12 «Дополнительные главы динамики» участвует в формировании 2 компетенций: ПК-1.1 и ПК-2.1. В рамках учебного плана образовательной программы в 7-8-м семестрах на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенции:

ПК-3.Б1.В.12.- готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-исследовательские задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям.

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (7-го и 8-го семестров базового учебного плана). В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические или лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических занятий, выполнении курсовой работы и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВ)	Вид контроля				
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация	
	ПЗ	ЛР	РК	Зачет	Экзамен
Усвоенные знания					
ПК-1.1- основные разделы теории колебаний, численные методы моделирования, включая метод конечных элементов.	ПЗ		РКР, КР		ТВ
ПК-2.1 – современные методы и средства проведения вибродинамических испытаний материалов и конструкций.		ОЛР		ТВ	

Освоенные умения					
ПК-1.1- применять специальные методики расчета конструкций на прочность и устойчивость, применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР)	ПЗ		РКР, КР		ТВ, ПЗ
ПК-2.1 – умеет проводить анализ полученных экспериментальных данных.		ОЛР		ТВ	
Приобретенные владения					
ПК-1.1- владеет навыками разработки динамических моделей, применения современных методов, используемых при проектировании.	ПЗ		РКР, КР		ТВ, ПЗ
ПК-2.1 –владеет навыками обработки экспериментальных данных по результатам натурных и модельных исследований.		ОЛР		ТВ	

ОЛР – отчет по лабораторной работе, РКР – рубежная контрольная работа, ТВ – теоретический вопрос, КР – курсовая работа; ПЗ – практическое задание экзамена.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме рубежных контрольных работ (после изучения 1, 2, 3 модулей учебной дисциплины в 7 семестре), защиты лабораторных работ в 8-ом семестре, защиты курсовой работы в 7-м семестре.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 3 лабораторные работы в 8 семестре (модули 4,5). Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в

общей части ФОС бакалаврской программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных 1 и 2 модулей дисциплины.

1) КР1 по модулю 1 «Исследование продольных колебаний прямолинейных стержней»,

2) КР2 по модулю 2 «Расчет параметров изгибных колебаний прямолинейных стержней»,

Типовые задания КР1:

1. Получить частотное уравнение продольных колебаний стержня.
2. Решить задачу о свободных продольных колебаниях стержня.
3. Решить задачу о вынужденных продольных колебаниях стержня.

Типовые задания КР2:

1. Получить частотное уравнение изгибных колебаний стержня.
2. Решить задачу о свободных изгибных колебаниях стержня.
3. Решить задачу о вынужденных изгибных колебаниях стержня.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена в 7-ом семестре по дисциплине устно по билетам и в 8-ом семестре в виде дифференцированного зачета.

Билет на экзамене содержит теоретический вопрос (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практическое задание (ПЗ) для проверки усвоенных умений. Контроль уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций проводится по результатам выполнения индивидуального задания (защиты курсовой работы).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС бакалаврской программы. Пример типовой формы билета для экзамена, содержащий типовой вопрос и задание для проверки знаний, умений представлен в приложении 1.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Уравнения продольных и крутильных колебаний прямых стержней.
2. Свободные колебания и вынужденные колебания систем с распределенными параметрами при действии различного вида нагрузок.
3. Метод последовательных приближений для расчета частот изгибных колебаний стержней.

4. Простейшие приближенные формулы для оценки низшей собственной частоты: формулы Релея, Донкерлея, метод Граммеля.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Получить частотное уравнение продольных колебаний стержня с заданными параметрами.

2. Решить задачу о свободных продольных колебаниях стержня с заданными параметрами.

3. Методом разложения по собственным формам свободных колебаний решить задачу о вынужденных продольных колебаниях стержня с заданными параметрами.

Типовые индивидуальные задания для контроля приобретенных владений проводятся по теме типовой курсовой работы «Исследование динамического поведения элементов механических систем», которая раскрывается по тематике возможных индивидуальных заданий следующего типа:

- исследование динамического поведения стержня под действием внешней нагрузки;
- расчет динамических характеристик пластин при действии импульсной нагрузки;
- анализ динамических характеристик электродвигателя.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене и дифференцированном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена и дифференцированного зачета.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена и дифференцированного зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.3.3. Процедура промежуточной аттестации (диф.зачет) без дополнительного аттестационного испытания.

Зачет по дисциплине выставляется по итогам проведенного текущего и рубежного контроля, которые обеспечивают необходимый уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.3.4. Процедура промежуточной аттестации (диф.зачет) с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания. Аттестационное испытание содержит теоретический вопрос для проверки усвоенных знаний и практическое задание для проверки усвоенных умений и приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Аттестационное испытание формируется из полного перечня теоретических вопросов и практических заданий, направленных на оценку освоения знаний, умений и навыков, которые формирует дисциплина, таким образом, чтобы в рамках аттестационного испытания, было возможно осуществить контроль уровня сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций.

Типовой вид аттестационного испытания для контроля усвоенных знаний, умений и навыков всех заявленных дисциплинарных компетенций приведен в ФОС (см. Приложение 2).

2.3.2.1 Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Задачи динамики механических систем: численные методы.
2. Вариационные методы расчета задач динамики (метод Ритца).
3. Вариационные методы расчета задач динамики (метод Галеркина).
4. Задача Тимошенко о поперечном ударе по упругой балке.

Типовые вопросы и задания для усвоенных умений

1. Численное исследование колебаний механических систем с распределенными параметрами.
2. Исследования колебаний систем с конечным числом степеней свободы. Динамический гаситель колебаний.
3. Реализации алгоритма решения спектральных задач для механических систем (стержневых систем).

Типовые задания для контроля приобретенных владений

«Применение численного метода конечных элементов в расчетной практике динамических исследований механических систем (варианты расчетов)»:

вариант 1 – Найти законы изменения обобщенных координат при колебании стержневой системы с заданными параметрами.

Вариант 2- Построить формы поперечных колебаний стержня с заданными краевыми условиями.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена и дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС бакалаврской программы.

Критерии оценки выполнения индивидуального задания (курсовой работы)

Оценка «**пять**» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной работы, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать полученные результаты.

Оценка «**четыре**» ставится, если обучающийся понимает суть курсовой работы, логично строит свои ответы при защите, но допускает незначительные неточности при аргументации в ответах.

Оценка «**три**» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности решаемой проблемы, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать результаты и аргументировано строить ответы при защите.

Оценка «**два**» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть выполненной работы, не может обосновать методы решения, либо допускает грубые ошибки.

Примечание: Полный комплект контрольно-измерительных материалов хранится на кафедре, которая ведет дисциплину, на электронном носителе (CD, DVD диски). Полный комплект контрольно-измерительных материалов содержит: теоретические вопросы для теоретических опросов по лекционному материалу, практические задания, индивидуальные задания, рубежные контрольные работы, полный перечень теоретических вопросов и практических заданий аттестационного испытания в утвержденной форме и т.п. Полный комплект контрольно-измерительных материалов для контроля уровня сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций может быть дополнен или изменен преподавателем, исходя из особенностей обучающихся той или иной академической группы, а так же принимая во внимание особенности изучаемой темы и современное информационное наполнение дисциплины.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Пример типовой формы билета для экзамена



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский
национальный исследовательский
политехнический университет»
(ПНИПУ)**

**15.04.03 «Прикладная механика»
«Динамика и прочность машин, конструкций
и механизмов»**

Кафедра «Динамика и прочность машин»

**Дисциплина «Дополнительные главы
динамики»**

БИЛЕТ №1

1. Свободные колебания и вынужденные колебания систем с распределенными параметрами при сосредоточенной нагрузке (*контроль знаний*).
2. Методом Релея рассчитать частоту изгибных колебаний прямого стержня, нагруженного двумя сосредоточенными массами (*контроль умений и владений*).

Заведующий кафедрой
ДПМ

В.П. Матвееenko

(подпись)

« ____ » _____ Г.

Пример типовой формы билета для зачета



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский
национальный исследовательский
политехнический университет»
(ПНИПУ)**

**15.04.03 «Прикладная механика»
«Динамика и прочность машин, конструкций
и механизмов»**

Кафедра «Динамика и прочность машин»

**Дисциплина «Дополнительные главы
динамики»**

БИЛЕТ №1

1. Методы решения системы матричных уравнений динамической задачи (*контроль знаний*).
2. Описать алгоритм применения приближенной формулы Рэлея для оценки частоты колебаний стержней (*контроль умений и владений*).

Заведующий кафедрой ДПМ

В.П. Матвееenko

(подпись)

« ____ » Г.

Полный комплект контрольно-измерительных материалов по дисциплине
«Дополнительные главы динамики»

Полный комплект контрольно-измерительных материалов содержит: вопросы для теоретических опросов по лекционному материалу, практические задания, индивидуальные задания, рубежные контрольные работы, полный перечень теоретических вопросов и практических заданий аттестационного испытания в утвержденной форме и т.п. Полный комплект контрольно-измерительных материалов для контроля уровня сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций, **может быть дополнен или изменен преподавателем**, исходя из особенностей обучающихся той или иной академической группы, а так же принимая во внимание особенности изучаемой темы и современное информационное наполнение дисциплины.

1. Теоретические вопросы для теоретических опросов по лекционному материалу

1. Предмет и задачи курса. Терминология, принятые обозначения.
2. Классификация колебательных систем. Число степеней свободы. Классификация колебательных процессов.
3. Классификация сил участвующих в колебательных процессах.
4. Методы составления уравнений движения.
5. Параметрические колебания.
6. Продольные свободные колебания стержней. Уравнение движения. Общее решение.
7. Продольные свободные колебания стержней. Граничные и начальные условия.
8. Продольные свободные колебания стержней. Собственные частоты и формы колебаний.
9. Продольные вынужденные колебания стержней, как систем с распределенными параметрами. Уравнение движения. Общее решение.
10. Продольные вынужденные колебания стержней. Прямой метод решения.
11. Продольные вынужденные колебания стержней. Метод разложения по собственным формам.
12. Изгибные свободные колебания стержней. Уравнение движения. Общее решение.
13. Изгибные свободные колебания стержней. Граничные и начальные условия.
14. Изгибные свободные колебания стержней. Собственные частоты и формы колебаний.
15. Изгибные вынужденные колебания стержней. Уравнение движения. Общее решение.
16. Изгибные вынужденные колебания стержней. Прямой метод решения.
17. Изгибные вынужденные колебания стержней. Метод разложения по собственным формам.
18. Функции Крылова в задачах об изгибных колебаниях стержней.
19. Расчет балок при наличии нескольких участков. Варианты исследования.
20. Влияние продольных сил на собственную частоту колебаний стержня.
21. Приближенные методы исследования колебаний стержней. Метод Релея-Ритца.
22. Приближенные методы исследования колебаний стержней. Метод конечных элементов.
23. Экспериментальное определение динамических характеристик механических систем. Методика проведения. Состав оборудования. Сравнение теоретических и экспериментальных результатов.
24. Приближенные методы исследования колебаний стержней. Метод последовательных приближений формами колебаний.
25. Свойство ортогональности собственных форм продольных колебаний стержней.
26. Свойство ортогональности собственных форм изгибных колебаний стержней.
27. Свойство ортогональности собственных форм продольных колебаний стержней с учетом присоединенных масс.
28. Свойство ортогональности собственных форм изгибных колебаний стержней с учетом присоединенных масс.
29. Понятие нормированных собственных форм. Использование нормированных собственных форм в методе обратных итераций.

30. Исследование стержней переменного сечения.
 31. Задача исследования крутильных колебаний вала.
 32. Уравнение Хилла при исследовании параметрических колебаний.
 33. Уравнение Матье в задачах о параметрических колебаниях.
- Качественный вид решения уравнения Матье. Диаграмма Айнса-Стретта.

2. Практические задания

1. Расчет задач продольных колебаний прямых стержней: свободные, вынужденные колебания.
2. Расчет задач крутильных колебаний прямых стержней: свободные, вынужденные колебания.
3. Расчет задач изгибных колебаний стержней; анализ вынужденных и свободных колебаний.
4. Метод разложения по собственным формам колебаний и его применение.
5. Использование приближенных методов к задачам определения собственных частот колебаний стержней. Анализ метода Релея-Ритца.
6. Применение численного метода конечных элементов в расчетной практике динамических исследований механических систем.

3. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины (7 семестр).

- 1) КР1 по модулю 1 «Исследование продольных колебаний прямолинейных стержней»,
- 2) КР2 – по модулю 2 «Расчет параметров изгибных колебаний прямолинейных стержней»;

Типовые задания КР1:

1. Вывод частотного уравнения в задаче о свободных продольных колебаниях стержня.
2. Определение функции, описывающей свободные продольные колебания стержня с учетом начальных условий.
3. Определение функции, описывающей вынужденные продольные колебания стержня.

Типовые задания КР2:

1. Вывод частотного уравнения в задаче о свободных изгибных колебаниях стержня.
2. Определение функции, описывающей свободные изгибные колебания стержня с учетом начальных условий.
3. Определение функции, описывающей вынужденные изгибные колебания стержня.

4. Перечень тем лабораторных работ (8 семестр)

1. Исследования колебаний механических систем с распределенными параметрами.
2. Исследования колебаний систем с конечным числом степеней свободы. Динамический гаситель колебаний.
3. Разработка алгоритма и практическая реализация решений динамических задач для механических систем.
4. Исследование колебаний крутильного маятника.
5. Определение механических характеристик материала с использованием крутильного маятника.
6. Определение механических характеристик материалов с использованием динамических методов.

5. Типовые индивидуальные задания для контроля приобретенных владений проводятся по теме курсовой работы «Исследование динамического поведения механических систем» по дисциплине «Дополнительные главы динамики», которая раскрывается по тематике индивидуальных заданий следующего типа: определение динамических характеристик (собственных частот и форм колебаний) стержневых систем.

Курсовая работа по дисциплине «Дополнительные главы динамики» носит исследовательский характер по практическому применению теоретических положений дисциплины и компьютерных технологий с целью закрепления и развития полученных знаний и

навыков. Каждый студент получает индивидуальное задание, заключающееся в исследовании следующих аспектов: свободные и вынужденные колебания линейных систем; резонансные и антирезонансные режимы колебаний; автоколебания; колебания систем с распределенными параметрами.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС магистерской программы.

6. Перечень теоретических вопросов и практических заданий аттестационного испытания в утвержденной форме



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

15.03.03 «Прикладная механика»
«Динамика и прочность машин, конструкций и механизмов»
Кафедра «Динамика и прочность машин»

Дисциплина «Дополнительные главы динамики»

БИЛЕТ № 1

1. Продольные вынужденные колебания стержней. Метод разложения по собственным формам колебаний (*контроль знаний*).
 2. Определить критические характеристики динамики вращающегося ротора (расчетная схема приводится) (*контроль умений*).
 3. Рассчитать собственную частоту стержня при поперечных колебаниях (схема задана) (*контроль владений*)..
- Заведующий кафедрой ДПМ _____ В.П. Матвееenko

(подпись)

« ____ » _____ 20__ г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

15.03.03 «Прикладная механика»
«Динамика и прочность машин, конструкций и механизмов»
Кафедра «Динамика и прочность машин»

Дисциплина «Дополнительные главы динамики»

БИЛЕТ № 2

1. Постановка задачи о свободных изгибных колебаниях стержней. Частотное уравнение. Собственная форма колебаний (*контроль знаний*).
 2. Описать алгоритм методики применения приближенной формулы Рэлея для расчета частот колебаний стержневых систем. Пояснить на примере (*контроль умений и владений*).
 3. Рассчитать собственную частоту стержня при продольных колебаниях (схема задана) (*контроль владений*).
- Заведующий кафедрой ДПМ _____ В.П. Матвееenko

(подпись)

« ____ » _____ 20__ г.

Приложение к ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Дополнительные главы динамики».

Типовые контрольные задания для оценки результатов обучения по дисциплине, формирующих дисциплинарные части компетенций.

Вопросы для контроля усвоенных знаний:

а) перечень вопросов для оценивания дисциплинарной части компетенции ПК-1.1 и ПК-

2.1:

- 1). Расскажите о классификации колебательных систем, классификации колебательных процессов.
- 2). В чем особенность вывода дифференциального уравнения продольных колебаний однородного стержня переменного сечения.
- 3). Поясните математическую постановку задачи о продольных колебаниях стержня.
- 4). Представьте математическую постановку начальных условий в задачах о поперечных колебаниях стержня.
- 5). Поясните, в чем состоит свойство ортогональности собственных форм изгибных колебаний стержней.

Задания для контроля усвоенных умений:

- а) перечень вопросов для оценивания дисциплинарной части компетенции ПК-1.1 и ПК-

2.1:

- 1). Опишите построение расчетной модели для анализа динамического поведения реальной конструкции.
- 2). Приведите пример постановки задачи о колебании систем с распределенными параметрами.
- 3). Приведите пример постановки задачи о продольных колебаниях стержневых элементов.
- 4). Опишите решение задачи об изгибных колебаниях стержневых элементов с помощью функций Крылова, поясните свойства функций.
- 5). Приведите постановку задачи о продольных колебаниях стержневых элементов.

Задания для контроля усвоенных владений:

- а) перечень вопросов для оценивания дисциплинарной части компетенции ПК-1.1 и ПК-

2.1: оценивается по результатам выполнения и защиты курсовой работы и защиты отчетов по лабораторным работам.

Разработчик Т.Е. Мельникова