

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 13 » сентября 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Динамика и устойчивость систем с периодическими коэффициентами  
(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 и задачи дисциплины - формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков качественного и количественного исследования параметрических колебаний, параметрических резонансов и устойчивости механических систем с периодическими коэффициентами.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Механические системы с периодическими коэффициентами, параметрические колебания, параметрические резонансы, устойчивость механических систем с периодическими коэффициентами, асимптотические методы исследования и оценки колебательных систем с периодическими коэффициентами

### 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 методы и подходы к исследованию колебательных систем с периодическими коэффициентами, в том числе вопросов резонансов и устойчивости	Знает основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды;	Зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет выделять в рассматриваемой колебательной системе модель с периодическими коэффициентами и исследовать ее поведение с использованием разработанных для этого методов.	Умеет выделять из рассматриваемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели;	Индивидуальное задание

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-3ПК-1.1	Владеет навыками численного расчета и оценки устойчивости поведения колебательных систем с периодическими коэффициентами.	Владеет навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математической модели.	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:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	8	8	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	10	10	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
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				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Системы с параметрическими колебаниями и качественные методы их исследования.	2	0	2	8
Маятник Капицы. Стабилизация неустойчивых состояний вибрациями. Уравнение Матье. Самосинхронизация. Регуляторы. Эффект Зоммерфельда.				
Теория колебательных систем с периодическими коэффициентами	6	0	4	20
Линейные динамические системы. Формула Коши. Случай постоянных коэффициентов. Теорема об устойчивости решений. Случай периодических коэффициентов. Матрица монодромии и построение ее спектра. Теорема об устойчивости решений.				
Асимптотические методы исследования параметрических колебаний	4	0	4	20
Методы возмущений. Построение равномерно сходящихся рядов по малому параметру системы. Метод многих масштабов.				
Примеры применения теории	4	8	0	24
Применение прямого разложения по малому параметру к слабозвязкому осциллятору и к модельной задаче с малым параметром при старшей производной. Неравномерная по независимой переменной сходимость данного ряда. Анализ причин неравномерности сходимости с помощью аналитического решения задач. Быстрые и медленные независимые переменные задачи. Построение решения в виде равномерно сходящегося ряда методом многих масштабов. Построение приближенного решения уравнения Матье методом многих масштабов.				
ИТОГО по 4-му семестру	16	8	10	72
ИТОГО по дисциплине	16	8	10	72

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Линейные динамические системы. Формула Коши. Случай постоянных коэффициентов. Теорема об устойчивости решений.
2	Линейные динамические системы с периодическими коэффициентами. Матрица монодромии и построение ее спектра. Применение теоремы об устойчивости решений. Качественное исследование устойчивости решений уравнения Матье: запись уравнения в виде системы неавтономных дифференциальных уравнений первого порядка, нахождение функции Коши, анализ жордановых клеток.
3	Методы возмущений. Построение равномерно сходящихся рядов по малому параметру системы. Метод многих масштабов.

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Применение прямого разложения по малому параметру к слабвязкому осциллятору. Построение приближенного решения уравнения Матье методом многих масштабов.

### 5. Организационно-педагогические условия

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

<p>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.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</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

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</li><li>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</li><li>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</li><li>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.</li></ol>
--

### 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
-------	---	---

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Асимптотические методы в механике твердого тела : учебное пособие для вузов / Бауэр С. М., Смирнов А. Л., Товстик П. Е., Филиппов С. Б. М. Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2007. 355 с.	2
2	Найфэ А. Введение в методы возмущений : пер. с англ. М. : Мир, 1984. 535 с.	4
3	Якубович В. А., Старжинский В. М. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами и их приложения. Москва : Наука, 1972. 718 с.	1
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Келлер И. Э. Динамика и прочность машин. Методы возмущений : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 76 с.	49
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<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)
Основная литература	Асимптотические методы в механике твердого тела : учебное пособие для вузов / Бауэр С. М., Смирнов А. Л., Товстик П. Е., Филиппов С. Б. М. Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2007. 355 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks127654/Description">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks127654/Description</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
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>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Мультимедийный компьютерный класс 212Г: Парты, стол преподавателя, доска, Программно-аппаратный комплекс для организации удаленного доступа к вычислительным ресурсам и ПО QForm высокопроизводительного вычислительного комплекса ПГТУ для реализации образовательных программ по ПНР НИУ. Состав: Системный блок AquariusEltE50 S67, IntelDQ57TML, IntelCorei7-860, SamsungDDRIII SDRAMPC3-10600, HDD 750 GbSATA-II 300 WesternDigital, DVD+/-RWSamsungSH-S223C, PCI-512MATIRadeonHD5670 GDDR3 VGA+DVI+HDMI, Мышь AquariusMouseOptical 2 keyScroll, Клавиатура AquariusKeyboard 104r/1, Монитор Samsung P2350(KUV) - 10 шт, проектор BengProjector BP6210, киноэкран	1
Лекция	Мультимедийная учебная аудитория 205Г: парты, стол преподавателя, доска, мультимедийное оборудование	1
Практическое занятие	Мультимедийная учебная аудитория 205Г: парты, стол преподавателя, доска, мультимедийное оборудование	1

#### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе