

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

« 10 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Параметрические и нелинейные колебания
(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 качественного и количественного исследования параметрических, нелинейных колебаний и автоколебаний в механических системах.

Задачи дисциплины:

- научить распознавать параметрические, нелинейные колебания и автоколебания в механических системах.
- научить качественно исследовать параметрические, нелинейные колебания и автоколебания в механических системах.
- научить количественно исследовать параметрические, нелинейные колебания и авто-колебания в механических системах

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- параметрические, нелинейные колебания и автоколебания механических систем;
- методы качественного исследования динамических систем;
- асимптотические методы исследования динамических 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 методы и подходы к построению математических моделей исследования параметрических, нелинейных колебаний и автоколебаний в механических системах с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды.	Знает основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды;	Собеседовани е

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 выделять из рассматриваемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели исследования параметрических, нелинейных колебаний и автоколебаний в механических системах с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели.	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;	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математических моделей при исследовании параметрических, нелинейных колебаний и автоколебаний в механических системах.	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.	Зачет

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				
Системы с параметрическими колебаниями и качественные методы их исследования	7	7	0	16
Маятник Капицы. Стабилизация неустойчивых состояний вибрациями. Уравнение Матье. Самосинхронизация. Регуляторы. Эффект Зоммерфельда. 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.				

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 автоколебаниями и качественные методы их исследования	4	4	0	16
Маятник Фруда. Фрикционные автоколебания в машиностроении. Элементы качественного исследования нелинейных динамических систем. Бифуркация Андронова–Хопфа в автоколебательных системах. Уравнение Ван дер Поля. Качественное исследование фрикционной автоколебательной системы.				
Асимптотические методы исследования параметрических колебаний	4	10	0	21
Методы возмущений. Построение равномерно сходящихся рядов по малому параметру системы. Метод многих масштабов. Применение прямого разложения по малому параметру к слабвязкому 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.				
Асимптотические методы исследования нелинейных колебаний и автоколебаний	3	4	0	10
Применение асимптотических методов к нелинейным консервативным системам. Качественный анализ решений начальной задачи для слабонелинейного осциллятора. Опыт применения прямого асимптотического разложения для решения задачи. Неравномерная сходимость по времени и анализ ее причин с помощью разложений аналитического решения задачи. Спектр разномасштабных времён задачи. Построение решения в виде равномерно сходящегося ряда методом многих масштабов. Анализ особенностей решения задачи нелинейных колебаний. Применение асимптотических методов к нелинейным диссипативным (автоколебательным) системам.				
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	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	Элементы качественного исследования нелинейных динамических систем на фазовой плоскости. Классификация особых точек и предельных множеств динамической системы.
4	Качественное исследование фрикционной автоколебательной системы.
5	Методы возмущений. Построение равномерно сходящихся рядов по малому параметру системы. Метод многих масштабов.
6	Применение прямого разложения по малому параметру к слабвязкому осциллятору.
7	Построение приближенного решения уравнения Матье методом многих масштабов.
8	Применение асимптотических методов к нелинейным консервативным системам.
9	Применение асимптотических методов к нелинейным диссипативным (автоколебательным) системам.

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, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

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	Андронов А. А. Теория колебаний / А. А. Андронов, А. А. Витт, С. Э. Хайкин. - М.: Наука, Физматлит, 1981.	8
2	Келлер И. Э. Динамика и прочность машин. Методы возмущений : учебное пособие / И. Э. Келлер. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	50
3	Найфэ А. Введение в методы возмущений : пер. с англ. / А. Найфэ. - М.: Мир, 1984.	4
4	Пановко Г. Я. Лекции по основам теории вибрационных машин и технологий : учебное пособие для вузов / Г. Я. Пановко. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008.	48
5	Пановко Я. Г. Устойчивость и колебания упругих систем. Современные концепции, парадоксы и ошибки / Я. Г. Пановко, И. И. Губанова. - Москва: Наука, 1987.	19
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения / В.И. Арнольд. - Ижевск: Регуляр. и хаот. динамика, Ижев. респ. тип., 2000.	9
2.2. Периодические издания		
1	Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал / Институт механики; Центральный научно-исследовательский институт машиностроения. - Москва: Наука, 1966 - .	1
2	Прикладная математика и механика : журнал / Российская академия наук. Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления. - Москва: Наука, 1933 - .	1
3	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 - .	1
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)
Основная литература	Келлер И. Э. Динамика и прочность машин. Методы возмущений : учебное пособие / И. Э. Келлер. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2805	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 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	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Scilab лиц. GNU GPL v2

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	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/

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 (ауд. 212 корпус Г): Парты, стол преподавателя, доска, комплекс вычислительных ресурсов и специализированного программного обеспечения для решения задач динамики и прочности. Состав: 1.Сервер Intel Xeon E3-1220v6 4C/4T 8MB Cache / 3.00 GHz / s1151, Intel C232 Chipset, DDR4 ECC non-Reg 2400 MFz 8 GB (32 GB RAM макс. 2 UDIMMS), 4x Hot/swap HDD 1000 GB 7200 rpm SATA for servers, Mini-ITX 13.3L Tower/1x250W 2.Компьютеры 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/l, Монитор Samsung P2350(KUV) - 11 шт. 3.Локальная сеть. 4.Проектор BengProjector BP6210 5.Киноэкран 6.Сеть Internet	1
Лекция	Мультимедийная учебная аудитория (ауд. 205 корпус Г): парты, стол преподавателя, доска, мультимедийный комплекс, ноутбук	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе