

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 13.09.2022 15:53:16
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:
Руководитель ООП: _____ Г.М. Соломаха
_____ 20/7г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)
Математические модели физико-математических систем

Направление подготовки 09.06.01 – Информатика и вычислительная
техника
Специализация 05.13.18 – Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ
Для аспирантов 2 курса очной формы обучения

Составитель: Кудинов А.Н., д.ф.-м.н., профессор

Тверь, 2017

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом:

“Математические модели физико-математических систем”

2. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – углубленное изучение процесса потери устойчивости физико-механических, в том числе деформируемых систем.

Задачи дисциплины – изучение современных методов и теоретических основ построения математических моделей процесса потери устойчивости физико-механических систем.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части образовательной программы и является дисциплиной по выбору. Изучение дисциплины необходимо для подготовки к кандидатскому экзамену по специальности 05.13.18.

4. Объем дисциплины:

Зачетные единицы, 108 академических часов, **в том числе**

контактная работа: лекции – 4 часа, практические занятия – 4 часа,

самостоятельная работа: 100 часов.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Владение теоретической основой и методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной	Владеть: методами патентного поиска для защиты авторских прав при разработке программных продуктов с использованием современных информационных технологий в области профессиональной деятельности, в частности, при оценке устойчивости физико-механических систем.

деятельности (ОПК-7)	
Обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности (ПК-2).	Уметь: Обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

6. Форма промежуточной аттестации – зачет.

7. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

1. Для аспирантов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоят. работа (час.)
		Лекции	Практические (лабораторные) занятия	
1. Теоретические основы построения математических моделей процесса потери устойчивости физико-механических систем.	32	1	1	30
2. Устойчивость движения системы по первому приближению. Основные теоремы Ляпунова.	32	1	1	30
3. Устойчивость периодических движений квазилинейных физико-механических систем. Математические методы оценки устойчивости.	44	2	2	40

ИТОГО	108	44	6	100
-------	-----	----	---	-----

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Задачи для самостоятельной работы.
2. Задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.
3. Темы индивидуальных заданий.

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

4.1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции 1(ОПК-7) – владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Начальный (промежуточный заключительный), заключительный владеть методами патентного поиска для защиты авторских прав при разработке программных продуктов с использованием современных информационных технологий	1. Осуществить патентный поиск по теме «Расчет критических нагрузок для систем при воздействии потенциальных сил средствами системы Matlab» 2. Осуществить патентный поиск разработок, выполненный на основе современных информационных технологий в рамках тематики, близкой к теме научного исследования аспиранта.	1. Патентный поиск осуществлен – 3 балла. 2. Патентный поиск не проведен – 0 баллов.

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции 2(ПК-2) -- Обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>Начальный (промежуточный / заключительный), уметь обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности</p>	<p>1.Средствами пакетаGUIDEсистемы Matlab разработать программу по определению критических параметров стержневой системы при действии сжимающих усилий при заданных граничных условиях. Обосновать принятые проектные решения по построению алгоритма вычислительного эксперимента и по общей структуре программы.</p> <p>2.Средствами пакета системы Matlab разработать программу по оценке устойчивости автономной динамической системы с одной степенью свободы, уравнения возмущенного движения системы имеют вид: $\dot{x} = -x + y - 2xy$ $\dot{y} = 5x^4 + y^3 + 2x - 3y$ по первому приближению А. М. Ляпунова. Обосновать принятые решения по построению алгоритма и по общей структуре программы.</p>	<p>1.Программа разработана правильно. Проектные решения полностью разработаны – 5 баллов.</p> <p>2. Проектные решения в основном обоснованы, но программа имеет незначительные погрешности – 4 балла.</p> <p>3.Проектные решения обоснованы, но программа выполнена с существенными погрешностями – 3 балла.</p> <p>4.Проектные решения слабо обоснованы, программа имеет существенные погрешности – 2 балла.</p> <p>5.Программа не разработана - 0 баллов.</p>

V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература:

1. Б. П. Демидович. Лекции по математической теории устойчивости. Из-во Лань, 2014, - 480 с.
2. А. Н. Кудинов. Математическое и численное моделирование процесса потери устойчивости неоднородных оболочек. Учебное пособие./ Тверь: Тверской государственной университет, 2016. 44 с. Тираж 100, 2,75 п.л.
3. А. Н. Кудинов, Е. В. Чусова. Метод сопряженных уравнений для исследования процесса потери динамической устойчивости деформируемых систем. Учебно-методические материалы – Тверь: Твер.гос.ун-т, 2013. – 29с.
4. В. С. Анищенко, Г. Е. Вадивасова. Лекции по нелинейной динамике. Уч. Пособие. Москва-Ижевск, Изд-во НИЦ “ Регулярная и хаотическая динамика“, 2011. – 516 с.
5. А.Н Кудинов, А.Н. Катулев, М.Ф Малевинский. Математические методы оценки показателей безопасности текущего и прогнозируемого состояний динамических систем. Монография - М.: МГУ, 2006 – 375 с.

б) Дополнительная литература:

1. Н.А. Алфутов, К.С. Колесников. Устойчивость движения и равновесия. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003.
2. Дж. М. Т. Томпсон. Неустойчивость и катастрофы в науке и технике. Перев. с англ., М.: Мир, 1985.
3. Е.А. Барбашин. Введение в теорию устойчивости. Изд-во “Наука”, 1967, 223 с.
4. И.Г. Малкин. Теория устойчивости движения. Изд-во УГУ, изд-е 2, 1965.

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

программное обеспечение, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы:

- пакет символьной математики Maple;
 - пакет Matlab
 - компьютерный класс, оснащенный высокопроизводительными компьютерами с необходимым программным обеспечением и возможностью выхода в Интернет;
 - лицензионное программное обеспечение – пакет символьной математики Maple; пакет Matlab
 - основные Интернет-ресурсы
- <http://www.maplesoft.com> - сайт компании WaterlooMaple (Maple);
- <http://www.mathworks.com> - сайт компании MathWorks (Matlab);

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

7.1. Темы индивидуальных занятий

1. Разработать программу в системе Matlab или в системе Maple для оценки устойчивости автономной динамической системы, движение которой описывается квазилинейным уравнением, с использованием прямого метода Ляпунова. Предложить способы тестирования разработанной программы, проверить правильность ее работы путем сравнения результатов, полученных другими методами.

2. Разработать программу в системе Matlab или в системе Maple для оценки устойчивости неавтономной динамической системы, движение которой описывается квазилинейным уравнением, с использованием прямого метода Бубнова-Галеркина. Предложить способы тестирования разработанной программы, проверить правильность ее работы путем сравнения результатов, полученных другими методами.

3. Разработать программу в системе Matlab или в системе Maple для оценки устойчивости автономной системы в целом (проблема Айзермана), для системы квазилинейных уравнений возмущенного движения. Предложить способы тестирования программы и проверить правильность ее работы.

7.2. Задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Задача 1

Определить амплитудно-частотную характеристику для нелинейной динамической системы, уравнение движения которой имеет вид:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \lambda^2 x + \mu x^3 = 0, \text{ где } \mu \ll 1$$

с использованием метода возмущений и метода Пуанкаре. Составить программы и провести вычислительный эксперимент. Полученные результаты сравнить.

Задача 2

Уравнения возмущенного движения имеют вид:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -y \\ \frac{dy}{dt} = x + x^2 \end{cases}$$

Провести анализ устойчивости невозмущенного движения ($x = 0, y = 0$) с использованием функций Ляпунова. Составить программу и провести численный эксперимент.

Задача 3

Получить достаточные условия устойчивости в целом (проблема Айзермана), нулевого решения для системы уравнений возмущенного движения.

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y - \int_0^x \varphi(x) dx \\ \frac{dy}{dt} = -f(x) \end{cases}$$

где $f(x), \varphi(x)$ – нелинейные функции.

Составить программу и провести численный эксперимент.

7.2. Задачи для самостоятельной работы

Задача 1

Определить класс квадратичных функций:

а) $V(x_1, x_2, x_3) = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$

б) $V(x_1, x_2, x_3) = x_1^2 + x_2^2$

в) $V(x_1, x_2, x_3) = (x_1 + x_2)^2 + x_3^2$

Задача 2

Функция V рода имеет вид:

$$V = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1 \cdot x_2 \sin t.$$

Определить, при каких значениях t она будет определено - положительной функцией.

эксперимент.

Задача 3

Уравнения возмущенного движения системы имеют вид:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -x + y + 2xy \\ \frac{dy}{dt} = 5x^4 + y^3 + 2x - 3y \end{cases}$$

Будет ли устойчиво невозмущенное движение ($x = 0, y = 0$) по первому приближению. Составить программу и провести численный эксперимент.

Задача 4

Получить достаточные условия устойчивости в целом (проблема Айзермана), невозмущенного движения для системы уравнений возмущенного движения:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y \\ \frac{dy}{dt} = f(x, y), \end{cases}$$

где $f(x, y)$ – нелинейная функция. Составить программу и провести численный эксперимент.

Задача 5

Методом Пуанкаре построить возможные периодические режимы в первом приближении квазилинейного уравнения:

$$\ddot{x} + \lambda^2 x = \mu (1 - a x^2) \cdot \dot{x}$$

при начальных условиях: $t = 0, x = x_0(\mu), \dot{x} = 0, \mu \ll 1$ – малая величина. Составить программу и провести численный эксперимент.

VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)

В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: лекции, практические и лабораторные занятия, индивидуальные задания и контрольные работы. Используется программное обеспечение – системы Maple и MatLab.

IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ с операционной системой WindowsXP/Vista/7и лицензионным программным обеспечением – системы Maple иMatLab.

X. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п. п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Уточнен список литературы по дисциплине	26.10.2017 г., протокол № 3
2.	IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	Актуализированы типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенций	

