

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе



Игнатова И.Г.

« 03 » 07 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы исследования нелинейных задач»

Направление подготовки - 01.03.04 «Прикладная математика»

Профиль - «Применение математических методов для решения инженерных и
экономических задач»

2015 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции ОП	Компетенции/подкомпетенции, формируемые в дисциплине
Направление 01.03.04 «Прикладная математика» Профиль «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач»	
ОПК-1. Готовность к самостоятельной работе.	
ОПК-2. Способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования.	ОПК-2.1.12 Способность использовать абстрактные математические модели и методы исследования нелинейных задач
ПК-1. Способность использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение.	ПК-1.1.1. Способность использовать стандартные пакеты прикладных программ, ориентированные на математические методы решения практических задач
ПК-10. Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов.	ПК-10.1. Способность воспринять содержательную модель изучаемого объекта и понять ее перевод на математический язык с использованием законов или утверждений соответствующей научной предметной области. ПК-10.2. Способность построить (выбрать, адаптировать известную) на основе содержательной модели математическую модель объекта, по возможности проверить аналитическими методами ее адекватность, построить математический алгоритм решения задачи. ПК-10.3. Способность осуществить компьютерное моделирование математической модели, в том числе построить вычислительный алгоритм и программно реализовать его. ПК-10.4. Способность провести

	эксперименты с компьютерной моделью, проанализировать результаты, в том числе с точки зрения адекватности модели реальному объекту, и сформулировать выводы, интерпретировав результаты математического исследования в терминах предметной области.
ДК-1. Способность и готовность принимать участие в проектных работах по изучению математическими методами нелинейных физических моделей.	ДК-1.1 Способность демонстрировать знание элементарной теории асимптотических методов, теории динамических систем и теории бифуркаций; применять асимптотические методы, методы качественной теории динамических систем и теории бифуркаций для анализа типов решений ДК-1.2 Способность выбирать численные методы решения нелинейных задач и программно их реализовывать.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление подготовки	Место дисциплины
Направление 01.03.04 «Прикладная математика» Профиль «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач»	Блок 1 «Дисциплины (модули)», Вариативная часть

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕТ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	5	3	108	32	16	16	44	ЗаО, КР

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	лекции	практические занятия	лабораторные занятия		
1. Методы исследования систем нелинейных алгебраических уравнений	14	8	6	18	Контрольная работа № 1
					Защита лабораторных работ № 1-3
					Текущие домашние задания
					Тест (рубежный контроль)
2. Методы исследования систем нелинейных дифференциальных уравнений	18	8	10	26	Защита лабораторных работ № 4-7
					Расчетно-графическая работа
					Курсовая работа
					Текущие домашние задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Линейные и нелинейные задачи, обзор. Примеры.
	2	2	Численное нахождение корней нелинейных алгебраических уравнений и решений систем нелинейных уравнений. Диаграммы Ламерея. Сжимающие отображения. Метод Ньютона.
	3	2	Уравнения, зависящие от параметра. Продолжение по параметру и простейшие бифуркации.
	4	2	Асимптотические ряды и их свойства. Примеры.
	5	2	Действия с асимптотическими рядами. Асимптотический ряд для преобразования Лапласа при больших значениях аргумента.
	6	2	Регулярные и сингулярные асимптотические разложения. Примеры.
	7	2	Метод диаграмм Ньютона.
2	8	2	Автономные дифференциальные уравнения первого порядка. Геометрическая интерпретация. Состояния равновесия и их простейшие бифуркации.
	9	2	Системы автономных уравнений второго порядка. Фазовая плоскость. Состояния равновесия. Линеаризация. Теорема Гробмана-Хартмана.
	10	2	Первые интегралы систем автономных уравнений второго порядка. Гамильтоновы системы и их свойства.
	11	2	Преобразование областей под действием фазового потока. Теорема

			Пуанкаре-Бендиксона.
	12	2	Исследование колебаний малой амплитуды. Секулярные члены. Метод Пуанкаре-Линштедта.
	13	2	Метод многих масштабов. Уравнение Ван-дер-Поля.
	14	2	Нелинейные задачи на собственные значения. Теория ветвления решений дифференциальных уравнений.
	15	2	Сложное поведение решений нелинейных систем порядка, большего двух. Система Лоренца и аттрактор Лоренца.
	16	2	Обзорная лекция.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Локализация и нахождение корней нелинейных алгебраических уравнений и решений систем нелинейных уравнений. Итерационные процессы и диаграммы Ламерея.
	2	2	Простейшие типы бифуркаций решений систем алгебраических нелинейных уравнений.
	3	2	Асимптотические разложения решений систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод диаграмм Ньютона.
	4	2	Контрольная работа №1.
2	5	2	Состояния равновесия автономных дифференциальных уравнений 1-го порядка.
	6	2	Построение фазовых портретов автономных систем 2-го порядка.
	7	2	Построение асимптотических разложений решений дифференциальных уравнений.
	8	2	Прием РГР и курсовой работы

4.3. Лабораторные занятия

№ модуля дисциплины	№ лабораторного занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Исследование средствами MatLab системы двух нелинейных алгебраических уравнений с двумя неизвестными.
	2	2	Продолжение по параметру и бифуркация седло-узел.
	3	2	Асимптотическое представление для преобразования Лапласа.
2	4	2	Нахождение решений нелинейной краевой задачи методом продолжения по параметру.
	5	2	Численное построение фазового портрета для системы второго порядка.
	6	2	Нахождение решений нелинейной краевой задачи методом «стрельбы».

	7	2	Сложная динамика в системах порядка, большего двух.
	8	2	Резервное занятие, прием «долгов»

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	10	Выполнение текущих домашних работ по темам практических занятий.
	6	Подготовка к контрольной работе №1 по темам лекций 1 - 4 и практических занятий 1 – 9.
	2	Подготовка и прохождение теста (рубежного контроля) по темам лекций 1-9 и практических занятий
2	10	Выполнение текущих домашних работ по темам практических занятий.
	6	Выполнение РГР
	10	Выполнение курсовой работы

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1 Для уравнения $u_{xx} + \varepsilon u_x^3 + u = 0$ исследовать асимптотическими методами решение с начальными данными $u(0) = 1$, $u_x(0) = 0$. Провести соответствующий численный счет при нескольких малых значениях ε и сравнить полученное асимптотическое решение с численным.

2. Исследовать малоамплитудные периодические решения для уравнения $u_{xx} + u - u^3 = 0$. Выписать асимптотическую зависимость амплитуды колебаний от их периода (достаточно найти первый ненулевой член необходимых разложений). Найти численно зависимость амплитуды от периода колебаний (не только малоамплитудных), сравнить численную и асимптотические зависимости.

3. Исследовать нелинейную задачу на собственные значения $u_{xx} - u + \lambda u e^{-u} = 0$, с граничными условиями $u(0) = u(\pi) = 0$. Выписать асимптотическую зависимость λ от амплитуды решения (ограничиться одной ветвью решений и первым ненулевым членом в каждом из необходимых разложений). Решить задачу численно, сравнить численное и аналитическое решения.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1 «Методы исследования систем нелинейных алгебраических уравнений»

✓ Материалы для самостоятельной работы над текущими домашними заданиями, для подготовки к контрольным работам и тесту.

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения теории в рамках выполнения текущих домашних заданий, подготовки к контрольным работам, тесту и экзамену (включают тексты лекций 1-7)

Модуль 2 «Методы исследования систем нелинейных дифференциальных уравнений»

- ✓ Материалы для самостоятельного изучения теории в рамках выполнения текущих домашних заданий по темам практических занятий и подготовки к экзамену (включают тексты лекций 7-15)

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Ильин А.М. Асимптотические методы в анализе [Электронный ресурс] / Ильин А.М., Данилин А.Р. - М. : Физматлит, 2009. - 248. - Шифр ЭБ.

Дополнительная литература

1. Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Рыскин Н.М. Нелинейные колебания. Физматлит, 2005 (имеется открытый доступ с сайта <http://www.sgtnd.narod.ru/pabl/rus/neko.htm>)

Периодические издания

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

1. ОРОКС – <http://orioks.miet.ru/oroks-miet/srs.shtml>
2. ЭБС издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru/>
4. 1. Википедия – свободная энциклопедия <http://ru.wikipedia.org>

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Корпоративная информационно-технологическая платформа ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, практических (семинарских) занятий, укомплектованные специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Компьютерный класс на 25 мест для проведения лабораторных работ.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.

10. АКТИВНЫЕ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

10.1. Перечень занятий, проводимых с использованием активных и интерактивных форм

№ п/п	Тип занятия или внеаудиторной работы	Вид и тематика (название) интерактивного занятия
1	Практическое занятие 1	Семинар-тренинг и семинар-дискуссия по теме «Локализация и нахождение корней нелинейных алгебраических уравнений и решений систем нелинейных уравнений.»
2	Практическое занятие 2	Семинар-тренинг и семинар-дискуссия по теме «Простейшие типы бифуркаций решений систем алгебраических нелинейных уравнений.»
3	Практическое занятие 6	Семинар тренинг и семинар дискуссия по теме «Построение фазовых портретов автономных систем 2-го порядка.»
4	Практическое занятие 7	Семинар-тренинг по теме «Построение асимптотических разложений решений дифференциальных уравнений.»

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

№ п/п	Тип ФОС	Код компетенции/подкомпетенции	Перечень элементов ФОС
Направление 01.03.04 «Прикладная математика» Профиль «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач»			
1	ФОС по компетенции	ОПК-1	Лабораторные работы № 1-7 РГР Курсовая работа
2	ФОС по подкомпетенции	ОПК-2.1.12	РГР Курсовая работа
3	ФОС по подкомпетенции	ПК-10.1	РГР Курсовая работа
4	ФОС по подкомпетенции	ПК-10.2	РГР Курсовая работа
5	ФОС по подкомпетенции	ПК-10.3	Лабораторные работы № 1-7 РГР Курсовая работа
6	ФОС по подкомпетенции	ПК-10.4	Лабораторные работы № 1-7 РГР Курсовая работа
7	ФОС по подкомпетенции	ДК-1.1	Лабораторные работы № 1-7 РГР

			Курсовая работа
8	ФОС по подкомпетенции	ДК-1.2	Лабораторные работы № 1-7 РГР Курсовая работа

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение лекций и семинаров обязательно.

Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором еженедельно, их посещать необязательно.

12.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре, активность в семестре и сдача экзамена. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий, а также детальная схема начисления баллов представлена в таблице ниже (см. также журнал успеваемости на платформе ОРИОКС <http://www.rpk.miet.ru>). При начислении баллов действуют следующие правила:

1) По каждому контрольному мероприятию установлено максимальное и минимальное засчитываемое число баллов.

2) Неявка на контрольную работу в установленные сроки приравнивается к неуспешной сдаче этих контрольных мероприятий.

3) Если студент не набрал минимальное число баллов по контрольной работе, он должен ее переписать. Переписывание первый раз производится без потери баллов, успешное переписывание со второй и более попыток оценивается минимальным числом баллов. Порядок переписывания контрольных работ устанавливается преподавателем.

4) Для сдачи пропущенных лабораторных работ оставляется резервный день (последнее занятие)

«Структура и график контрольных мероприятий»

№ недели	1	2	3	4	5	6	7	8		10	11	12		13	14	15	16		итог
Контрольное мероприятие							ЗЛР 1-3	А/П	КР-1			ЗЛР 4-5	РК				ЗЛР 6-7	РГР	
максимальный балл							15	20	15			10	5				10	25	100
минимальный балл							9	5	9			6	2				6	13	50

Обозначения: ЗЛР – защита лабораторных работ, КР - контрольная работа; РК - рубежный контроль; А/П – прилежание и активность студентов при изучении дисциплины. Курсовая работа оценивается отдельно.

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 1-8 учебных недель, 9 – 12 учебных недель, 13 – 16 недели.

При выставлении итоговой оценки используется следующая шкала:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

Разработчик:

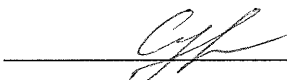
Профессор каф. ВМ-1, д.ф.-м.н.  /Алфимов Г.Л./

Рабочая программа разработана на реализующей кафедре ВМ-1
и утверждена на заседании кафедры 03 июля 2015 года, протокол № 13.

Заведующий кафедрой ВМ-1  /Прокофьев А.А./

Лист согласования

Рабочая программа согласована с УООП

/Начальник УООП  /Никилина И.М./

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ

№ пп	Дата внесения изменения	Номер пункта	Суть изменения	Зав.кафедрой