

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФВТ



Л.Р. Фионова

« 16 » Февраль 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.1.5 Математическое моделирование

Направление подготовки – *09.04.03 Прикладная информатика*

Магистерская программа – *Прикладная информатика в экономике*

Квалификация (степень) выпускника – *магистр*


Форма обучения – *очная*

г. Пенза, 2015 г.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика».

Программу составил:

1. доцент каф. ИВС


(подпись)

Г.Ф. Убиенных

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры «Информационно-вычислительные системы»

Протокол № 7 от 09.02.2015 года

Зав. кафедрой ИВС


(подпись)

Ю.Н. Косников

Программа одобрена методической комиссией ФВТ

Протокол № 4 от «13» 02 2015 года

Председатель методической комиссии ФВТ


(подпись)

Н.Н. Коннов

Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «**Математическое моделирование**» является подготовка магистрантов к самостоятельному выбору и применению технологий компьютерного моделирования для решения задач анализа и прогнозирования экономических процессов и явлений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Учебная дисциплина «**Математическое моделирование**» относится к базовой части дисциплин, шифр дисциплины М1.1.5.

Изучение дисциплины базируется на предшествующих ей дисциплинах бакалавриата: «Математика», «Основы алгоритмизации и программирования», «Прикладные методы оптимизации», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Прикладная статистика и интеллектуальный анализ данных», «Экономика и организация производства», «Программирование на языках высокого уровня», «Математическая экономика», «Сбор и обработка экономической информации», «Имитационное моделирование экономических процессов», «Финансы и кредит», «Эконометрика», «Основы банковской деятельности», «Разработка экономических приложений», «Теория систем и системный анализ».

Компетенции, приобретенные в ходе изучения дисциплины «**Математическое моделирование**», готовят студента к освоению профессиональных компетенций.

Знания, умения и навыки, полученные в результате изучения дисциплины, найдут применение при изучении следующих дисциплин: «Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений», «Компьютерные методы анализа экономических данных», а также при выполнении научно-исследовательской работы в семестре и магистерской диссертационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Математическое моделирование»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
ПК-1	способность использовать и развивать методы научных исследований и инструментария в области проектирования и управления ИС в прикладных областях	Знать: основные понятия математического моделирования как метода научного исследования.
		Уметь: строить математические модели реальных задач.
		Владеть: навыками работы с современными математическими пакетами программ.
ПК-3	способность ставить и решать прикладные задачи в условиях неопределенности и определять методы и средства их эффективного решения	Знать: сущность основных типов вычислительного эксперимента.
		Уметь: осуществлять постановку задач моделирования и проведения вычислительного эксперимента.
		Владеть: навыками выбора численных методов при решении задач моделирования.

ПК-11	способность применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС	Знать: источники и методы оценки ошибок машинных вычислений; основные численные методы решения задач линейной алгебры и дифференциальных уравнений, обработки результатов эксперимента
		Уметь: использовать современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для решения задач анализа и прогнозирования экономических процессов и явлений на основе их моделирования
		Владеть: навыками решения задач моделирования численными методами
ПК-23	способность использовать информационные сервисы для автоматизации прикладных и информационных процессов	Знать: функциональные возможности современных математических пакетов программ
		Уметь: программировать на языках математических пакетов программ
		Владеть: навыками работы с современными математическими пакетами программ

4. Структура и содержание дисциплины «Математическое моделирование»

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успевае- мости (по неделям семестра)
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа			
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к лабораторным занятиям	Подготовка к экзамену	Защита лабораторных работ
1	Раздел 1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент	1	1	2	2					
2	Раздел 2. Численные методы	1		58	12	46	62	62		
3	Тема 2.1. Методы решения систем алгебраических уравнений	1	3		2	14				3, 5
4	Тема 2.2. Решение нелинейных уравнений и систем уравнений	1	5		2	6				7
5	Тема 2.3. Интерполирование функций и смежные вопросы	1	7		2	6				9
6	Тема 2.4. Численное интегрирование и дифференцирование	1	9		2	6				11
7	Тема 2.5. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	1	11		2	6				13

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1. Содержание лекций

1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент

Математическая модель. Основные понятия. Классификация. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Схема и типы вычислительного эксперимента. Роль численных методов в математическом моделировании.

Элементарная теория погрешностей. Погрешность модели, входных данных, аппроксимации и округления. Оценка погрешностей. Обработка данных эксперимента.

Свойства вычислительных задач и алгоритмов: корректность вычислительной задачи, обусловленность вычислительной задачи, корректность вычислительных алгоритмов, устойчивость вычислительных алгоритмов, чувствительность к погрешностям округлений. Требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам.

2. Численные методы

2.1. Методы решения систем алгебраических уравнений

Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод Гаусса (схема единственного деления, выбор главного элемента по столбцу и по всей матрице, матрицы перестановок, метод Жордана-Гаусса); метод прогонки; метод LU-разложения; метод Холецкого; метод QR-разложения.

Основные теоретические положения итерационных алгоритмов. Классические итерационные методы: методы Рундсона и Якоби, методы Зейделя и последовательной верхней релаксации. Итерационные методы вариационного типа: метод скорейшего спуска, метод минимальных невязок; неявные итерационные методы, предобуславливатели; метод сопряженных градиентов. Понятие о методах Крылова подпространства.

Решение частичной проблемы собственных значений: степенной метод, градиентный метод.

2.2. Решение нелинейных уравнений и систем уравнений

Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным: методы половинного деления, ложного положения, Ньютона, секущих, простой итерации.

Решение систем нелинейных уравнений. Методы простой итерации и Ньютона.

2.3. Интерполирование функций и смежные вопросы

Построение интерполяционного полинома методом неопределенных коэффициентов.

Интерполяционная формула Лагранжа.

Интерполяционные многочлены Ньютона с конечными и разделенными разностями.

Равномерное приближение функций.

Интерполяция сплайнами: интерполяционные сплайны, базисные сплайны.

Дискретное преобразование Фурье, Уолша, быстрое дискретное преобразование Фурье и тригонометрическая интерполяция.

Сглаживание экспериментальных зависимостей по методу наименьших квадратов.

2.4. Численное интегрирование и дифференцирование

Численное дифференцирование.

Численное интегрирование: методы прямоугольников, трапеций, Симпсона.

2.5. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений

Одношаговые методы решения задачи Коши: метод Эйлера, методы Рунге-Кутты. Решение систем дифференциальных уравнений и уравнений высшего порядка. Оценка погрешности одношаговых методов. Адаптивный выбор шага. Вложенные формулы Рунге-Кутты. Методы Фельберга и Дормана-Принса.

Многошаговые методы: методы Адамса-Башфорта и Адамса-Моултона, методы прогноза и коррекции.

Численное интегрирование жестких систем ОДУ. Алгоритм Гира.

2.6. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных

Стационарные краевые задачи. Начально-краевые задачи.

Метод конечных разностей.

Метод конечных элементов.

Бессеточные методы.

3. Модели анализа и прогнозирования экономических процессов и явлений

Односекторная модель экономического роста (модель Солоу).

Модель прогнозирования стоимости опционов (модель Блэка – Шоулза).

Математическая модель оценки инфляции.

Модель Видала – Вулфа объема сбыта товара в зависимости от расходов на рекламу.

Модель Филлипса – Гудвина динамики чистого внутреннего продукта.

4.2.2. Перечень и содержание лабораторных занятий

Основная цель лабораторного практикума – привитие магистрантам навыков решения задач вычислительного характера численными методами. Тематика задач, решаемых на лабораторных занятиях, определяется содержанием соответствующих разделов рабочей программы. Содержание задач увязывается со спецификой будущей специальности. Занятия проводятся в компьютерном классе, во время занятий осуществляется проверка выполнения лабораторных заданий и консультирование магистрантов.

№ п/п	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол. часов
1	2	Решение систем линейных алгебраических уравнений	8
2	2	Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц	6
3	2	Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений	6
4	2	Интерполирование функций	6
5	2	Численное интегрирование	6
6	2	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений	6
7	2	Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных	8
8	3	Решение задач анализа и прогнозирования экономических процессов и явлений	8

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины применяются следующие образовательные технологии:

- чтение лекций проводится с использованием мультимедийного компьютерного проектора;
- практически все лекции и часть лабораторных занятий проводятся в интерактивной форме с разбором конкретных моделей и численных методов;
- мастер-классы по работе в среде математического пакета MATLAB;
- при выполнении лабораторного практикума и во время самостоятельной работы используются обучающие программы с сайта кафедры ИВС (<http://ivs-pgy.nm.ru>) и Интернет-ресурсы.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
3	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение сущности прямых и итерационных методов решения СЛАУ, используемых в задании на лабораторную работу. Разработка MATLAB-программы решения СЛАУ. Проведение вычислительного эксперимента в процессе решения.	/1 – 5/	10
5	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение методов вычисления собственных значений и собственных векторов матриц. Разработка и испытание MATLAB-программы решения задачи.	/5, 6/	8
7	Решение нелинейных уравнений и систем уравнений	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение методов решения нелинейных уравнений и систем уравнений. Разработка MATLAB-программы решения задачи. Проведение вычислительного эксперимента в процессе решения.	/2, 8/	8
9	Интерполирование функций и смежные вопросы	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение сущности методов интерполирования функций, используемых в задании на лабораторную работу. Разработка и испы-	/2, 4, 8/	8

			вание MATLAB-программы решения задачи.		
11	Численное интегрирование и дифференцирование	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение методов численного интегрирования. Разработка MATLAB-программы решения задачи. Проведение вычислительного эксперимента в процессе решения.	/2, 4, 8/	8
13	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение методов численного интегрирования ОДУ. Разработка MATLAB-программы решения задачи. Проведение вычислительного эксперимента в процессе решения.	/2, 4, 8/	10
15	Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных (ДУЧП)	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение методов численного решения ДУЧП. Разработка MATLAB-программы решения задачи. Проведение вычислительного эксперимента в процессе решения.	/2, 4, 8/	10
18	Модели анализа и прогнозирования экономических процессов и явлений	Подготовка к лабораторному занятию. Оформление отчета по лабораторной работе.	Изучение моделей экономического явления, используемых в задании на лабораторную работу. Разработка моделирующей программы. Проведение вычислительного эксперимента в процессе моделирования.	/1, 3, 7/	10

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Планируются следующие виды самостоятельной работы:

- подготовка к лабораторным занятиям;

- оформление отчётов по лабораторным работам;
- подготовка к зачету;
- работа с конспектом лекций и изучение литературы при подготовке к экзаменам.

В качестве учебно-методического обеспечения по организации самостоятельной работы студентов при подготовке к аудиторным занятиям рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также электронные методические указания по данной дисциплине, размещенные в университетской локальной сети. Также во время самостоятельной работы используются материалы сайта «Интернет Университет Информационных Технологий» (<http://www.intuit.ru>).

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Текущий: собеседование при защите лабораторных работ	Разделы 1 – 3	ПК-1, ПК-3, ПК-11, ПК-23
2	Промежуточный: зачет по результатам защиты лабораторных работ	Разделы 1 – 3	ПК-1, ПК-3, ПК-11, ПК-23
3	Промежуточный: экзамен (вопрос и задание)	Разделы 1 – 3	ПК-1, ПК-3, ПК-11, ПК-23

Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

Вопросы к экзамену

1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.
2. Погрешности вычислений: источники погрешностей вычислений, приближенные числа, абсолютная и относительная погрешности, верные значащие цифры.
3. Свойства вычислительных задач и алгоритмов: корректность вычислительной задачи, обусловленность вычислительной задачи, корректность вычислительных алгоритмов, устойчивость вычислительных алгоритмов, чувствительность к погрешностям округлений.
4. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод Гаусса.
5. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод Жордана-Гаусса.
6. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод LU-разложения.
7. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод прогонки.
8. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод Холецкого.

9. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод QR-разложения.
10. Вычисление определителей треугольной декомпозицией матрицы.
11. Обращение матриц путем решения вспомогательных систем линейных уравнений.
12. Решение систем с прямоугольными матрицами: переопределенные системы, задача наименьших квадратов.
13. Формирование и решение нормальной системы уравнений.
14. Использование QR-разложения для решения переопределенных систем.
15. Понятие сингулярного (SVD) разложения матриц, применение сингулярного разложения для решения систем с прямоугольными матрицами неполного ранга.
16. Дискретизация задач и особенности решения систем линейных алгебраических уравнений. Основные теоретические положения итерационных алгоритмов.
17. Классические итерационные методы: методы Рундсона и Якоби.
18. Классические итерационные методы: методы Зейделя и последовательной верхней релаксации.
19. Итерационные методы вариационного типа: метод скорейшего спуска.
20. Итерационные методы вариационного типа: метод минимальных невязок.
21. Неявные итерационные методы, предобуславливатели.
22. Метод сопряженных градиентов. Понятие о методах Крылова подпространства.
23. Решение частичной проблемы собственных значений: степенной метод, градиентный метод.
24. Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным: методы половинного деления, ложного положения.
25. Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным: методы Ньютона, секущих, простой итерации.
26. Решение систем нелинейных уравнений. Методы простой итерации и Ньютона.
27. Построение интерполяционного полинома методом неопределенных коэффициентов.
28. Интерполяционная формула Лагранжа.
29. Интерполяционные многочлены Ньютона с конечными и разделенными разностями.
30. Равномерное приближение функций.
31. Интерполяция сплайнами: интерполяционные сплайны, базисные сплайны.
32. Дискретное преобразование Фурье, Уолша, быстрое дискретное преобразование Фурье и тригонометрическая интерполяция.
33. Сглаживание экспериментальных зависимостей по методу наименьших квадратов.
34. Численное дифференцирование.
35. Численное интегрирование: методы прямоугольников, трапеций, Симпсона.
36. Одношаговые методы решения задачи Коши: метод Эйлера, методы Рунге-Кутты.
37. Решение систем дифференциальных уравнений и уравнений высшего порядка. Оценка погрешности одношаговых методов. Адаптивный выбор шага.
38. Вложенные формулы Рунге-Кутты. Методы Фельберга и Дормана-Принса.
39. Многошаговые методы: методы Адамса-Башфорта и Адамса-Моултона, методы прогноза и коррекции.
40. Численное интегрирование жестких систем ОДУ. Алгоритм Гира.
41. Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным: метод половинного деления.
42. Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным: метод Ньютона.

43. Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным: метод секущих.
44. Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным: метод простой итерации.
45. Численное интегрирование: метод прямоугольников.
46. Численное интегрирование: метод трапеций.
47. Численное интегрирование: метод Симпсона.
48. Одношаговые методы решения задачи Коши: метод Эйлера.
49. Одношаговые методы решения задачи Коши: методы Рунге – Кутты.
50. Оценка погрешности одношаговых методов.
51. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных: метод конечных разностей.
52. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных: метод конечных элементов.
53. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных: бессеточные методы.
54. Односекторная модель экономического роста (модель Солоу).
55. Модель прогнозирования стоимости опционов (модель Блэка – Шоулза).
56. Математическая модель оценки инфляции.
57. Модель Видала – Вулфа объема сбыта товара в зависимости от расходов на рекламу.
58. Модель Филлипса – Гудвина динамики чистого внутреннего продукта.

Задания к экзамену

1. Решить методом Гаусса СЛАУ с матрицей

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 4.00 & 0.24 & -0.08 & 0.16 \\ 0.09 & 3.00 & -0.15 & -0.12 \\ 0.04 & -0.08 & 4.00 & 0.06 \\ 0.02 & 0.02 & 0.04 & -10.00 \end{bmatrix}$$

и вектором правой части $\mathbf{b} = [8 \ 9 \ 20 \ 1]^T$.

2. Решить СЛАУ $\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$ методом LU-разложения, если

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 3.81 & 0.28 & 1.28 & 0.75 \\ 2.25 & 1.32 & 4.58 & 0.49 \\ 5.31 & 6.38 & 0.98 & 1.04 \\ 9.39 & 2.45 & 3.35 & 2.28 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

3. Решить методом Гаусса-Жордана СЛАУ с матрицей

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 3.0 & 0.7 & 0.2 & 0.2 \\ 0.6 & 5.0 & 0.5 & 0.5 \\ 1.3 & 0.3 & 3.5 & 0.4 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 & 4.0 \end{bmatrix}$$

и вектором правой части $\mathbf{b} = [4 \ 5 \ -5 \ 5]^T$.

4. Решить СЛАУ $\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$ методом Якоби, если

$$A = \begin{bmatrix} 5.9 & 1.2 & 2.1 & 0.9 \\ 1.2 & 7.2 & 1.5 & 2.5 \\ 2.1 & 1.5 & 9.8 & 1.3 \\ 0.9 & 2.5 & 1.3 & 6.1 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 2.0 \\ 5.3 \\ 10.3 \\ 12.6 \end{bmatrix}$$

5. Решить СЛАУ с матрицей методом последовательной верхней релаксации

$$A = \begin{bmatrix} 400 & -16 & 0 & -16 & 0 & 0 \\ -16 & 97 & -36 & 0 & -36 & 0 \\ 0 & -36 & 180 & 0 & 0 & -64 \\ -16 & 0 & 0 & 97 & -36 & 0 \\ 0 & -36 & 0 & -36 & 234 & -81 \\ 0 & 0 & -64 & 0 & -81 & 433 \end{bmatrix}$$

и вектором правой части $\mathbf{b} = [8 \ 9 \ 16 \ 45 \ 81 \ 288]^T$

6. Решить СЛАУ с матрицей методом Ричардсона

$$A = \begin{bmatrix} 3.0 & 0.7 & 0.2 & 0.2 \\ 0.6 & 5.0 & 0.5 & 0.5 \\ 1.3 & 0.3 & 3.5 & 0.4 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 & 4.0 \end{bmatrix}$$

и вектором правой части $\mathbf{b} = [4 \ 5 \ -5 \ 5]$

7. Найти матрицу, обратную заданной

$$A = \begin{bmatrix} 8.301 & 2.625 & 4.100 & 1.903 \\ 3.926 & 8.458 & 7.787 & 2.460 \\ 3.773 & 7.211 & 8.041 & 2.280 \\ 2.211 & 3.657 & 1.697 & 6.993 \end{bmatrix}$$

8. Решить уравнение $e^x + x + 1 = 0$ на отрезке $[0, 3]$ с точностью ε методом дихотомии.

9. Решить уравнение $\sin(x + \pi/3) - 0,5x = 0$ на отрезке $[-2, 2]$ с точностью ε методом хорд.

10. Решить уравнение $x^3 - 2x^2 - 4x + 7 = 0$ на отрезке $[-3, 3]$ с точностью ε методом Ньютона.

11. Решить уравнение $x \ln(x+1) - 1 = 0$ на отрезке $[-2, 2]$ с точностью ε методом итерации.

12. Вычислить интеграл $\int_0^3 \sqrt{4+x^4} dx$ методом средних прямоугольников с заданной точностью ε (вводится с клавиатуры). Величина шага разбиения должна определяться в программе по формуле Рунге.

13. Вычислить интеграл $\int_0^1 \frac{x+1}{\sqrt{x^2+4}} \cos(\pi x) dx$ методами прямоугольников, трапеций и Симпсона, разбив отрезок интегрирования на $n = 20$ частей. Оценить погрешность вычисления каждым методом по формуле Рунге.

14. Вычислить интеграл $\int_0^1 x^3 e^{-x^2} dx$ методами прямоугольников, трапеций и Симпсона с шагом разбиения $h = 0.05$. Оценить погрешность вычисления каждым методом по формуле Рунге.

15. Решить методом Эйлера на отрезке $[0, 0.6]$ дифференциальное уравнение

$$y' = x^2 + y^2 \quad \text{при } y(0) = 0 \quad \text{с шагом } h = 0.05.$$

Используя формулу Рунге, оценить погрешность решения.

16. Методом Рунге – Кутты четвертого порядка на отрезке $[0, 0.5]$ с шагом $h = 0.05$ решить дифференциальное уравнение

$$y'' + 2y' + 2y = 2e^{-x} \cos x$$

при $y(0) = 1, y'(0) = 0$. Полученный результат сравнить с аналитическим решением $y = e^{-x}(\cos x + \sin x + x \sin x)$.

17. Решить методом Адамса четвертого порядка дифференциальное уравнение

$$y' = 1 + 0.2y \sin x - y^2 \quad \text{при } y(0) = 0$$

на отрезке $[0, 1]$ с шагом $h = 0.1$:

Используя формулу Рунге, оценить погрешность решения.

18. Методом Эйлера – Коши с итерациями на отрезке $[0, 1]$ решить с заданной точностью (вводится с клавиатуры) дифференциальное уравнение

$$y' = t^3 \cdot \cos \frac{y}{\sqrt{5}} \quad \text{при } y(0) = 3.$$

19. Методом прогноза и коррекции на основе метода Адамса четвертого порядка решить на отрезке $[0, 1]$ уравнение

$$y' = x + \sqrt{y} \quad \text{при } y(0) = 0.5 \quad \text{с шагом } h = 0.05.$$

20. Методом Адамса – Моултона третьего порядка на отрезке $[0, 1]$ с шагом $h = 0.05$ решить дифференциальное уравнение

$$y' = t^2 y e^{-2t}$$

при начальном условии $y(0) = 1$.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: учеб. пособие / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. – СПб.: Лань, 2016. – 292 с.
2. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций: учеб. пособие / В.А. Срочко. – СПб.: Лань, 2016. – 208 с.
3. Квасов, Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование MATLAB и SCILAB: учеб. пособие / Б.И. Квасов. – СПб.: Лань, 2015. – 328 с.
4. Амосов, А. А. Вычислительные методы / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. – 4-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2014. – 672 с.

б) дополнительная литература

5. Горбаченко, В.И. Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB: учеб. пособие / В.И. Горбаченко. – СПб.: БХВ – Петербург, 2011. – 320 с.
6. Горбаченко, В.И. Численные методы решения задач линейной алгебры: лабораторный практикум в системе MATLAB: учеб. пособие / В.И. Горбаченко, Г.Ф. Убиенных. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. – 98 с.
7. Попов, А.М. Экономико-математические методы и модели: учебник / А.М. Попов, В.Н. Сотников. – М.: Юрайт, 2011. – 479 с.
8. Калиткин, Н.Н. Численные методы: учеб. пособие для вузов/ Н.Н. Калиткин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 508 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- 1) Программные продукты: математический пакет MATLAB (MAPLE, MATHEMATICA, MATHCAD).
- 2) Интернет-ресурсы
 - Консультационный Центр MATLAB, <http://www.matlab.ru/>
 - Образовательный математический сайт, <http://www.exponenta.ru/>
 - Материалы сайта «Интернет Университет Информационных Технологий», <http://www.intuit.ru/>
 - Материалы раздела «Учебные пособия» сайта «Кафедра ИВС», <http://ivs-pgy.nm.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной компьютерным проектором, проекционным экраном, шторами, сетью электропитания 220 В.

Лабораторные занятия проводятся в классе, оснащенный персональными компьютерами с операционной системой Windows XP/Windows Vista/Windows 7/8/10 или Linux.

