

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

*Рекомендовано МССН
09.00.00 «Информатика и
вычислительная техника»*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Компьютерный практикум по моделированию

Рекомендуется для направления подготовки

09.03.03 – Прикладная информатика

(указываются код и наименования направления(ий)

подготовки (специальности (ей) и/или профилей (специализаций)

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ОС ВО РУДН)

1. Цели и задачи дисциплины: Целью курса «Компьютерный практикум по моделированию» является введение учащихся в предметную область современных методов математического моделирования.

К основным задачам изучения дисциплины относятся:

- овладение теоретическими знаниями и практическими навыками в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ;
- овладения практическими навыками использования специализированного программного обеспечения для решения задач в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ;
- овладения практическими навыками проведения и анализа результатов численных экспериментов с использованием специализированного программного обеспечения.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 учебного плана, дисциплина по выбору.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
	УК-1;	-	Дисциплины ОПОП в соответствии с учебным планом
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-10;	Линейная алгебра, Математический анализ, Дискретная математика и комбинаторные алгоритмы Математическая логика и теория алгоритмов Основы программирования	Дисциплины ОПОП в соответствии с учебным планом
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности - научно-исследовательская деятельность)			
	ПК-4	Основы программирования	Дисциплины ОПОП в соответствии с учебным планом

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-10; ПК-4

(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

- **УК-1.1.** Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.
- **УК-1.2.** Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.
- **УК-1.3.** Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов.

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

- **ОПК-1.1.** Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.
- **ОПК-1.2.** Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.
- **ОПК-1.3.** Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

ОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе, отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

- **ОПК-2.1.** Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.
- **ОПК-2.2.** Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.
- **ОПК-2.3.** Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.

- **ОПК-6.1.** Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.
- **ОПК-6.2.** Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.
- **ОПК-6.3.** Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.

ОПК-7. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.

- **ОПК-7.1.** Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий.
- **ОПК-7.2.** Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ.

- **ОПК-7.3.** Владеет навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов.
- ОПК-10.** Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.
- **ОПК-10.1.** Знает базовые принципы цифровых технологий и методов, необходимых в профессиональной деятельности в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
 - **ОПК-10.2.** Умеет применять необходимые в профессиональной деятельности цифровые технологии и методы в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
 - **ОПК-10.3.** Владеет необходимыми в профессиональной деятельности технологиями и методами в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.

ПК-4. Организационное и технологическое обеспечение кодирования на языках программирования.

- **ПК-4.1.** Знает основы программирования; современные объектно-ориентированные языки программирования; современные структурные языки программирования; языки современных бизнес-приложений.
- **ПК-4.2.** Умеет кодировать на языках программирования; тестировать результаты кодирования.
- **ПК-4.3.** Владеет навыками разработки кода информационной системы; навыками верификации кода информационной системы.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач
- основные принципы математического моделирования.
- базовые математические модели, применяемые во всех областях математического моделирования, в том числе при решении задач профессиональной деятельности, и математический аппарат, необходимый для их анализа.
- основы программирования, необходимые для использования специализированного программного обеспечения, ориентированного на решение задач математического моделирования и проведение компьютерных экспериментов.

Уметь:

- анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности
- применять знания и методы из области математических и естественных наук при выборе математических моделей и методов их анализа в том числе при решении задач профессиональной деятельности
- проводить анализ результатов компьютерных экспериментов;

Владеть:

- навыками использования специализированного программного обеспечения для анализа стандартных математических моделей;
- навыками применения математического моделирования при решении практических задач в профессиональной деятельности.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8_ зачетных единиц.

№	Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
			Сем. 2 (модуль 3)	Сем. 2 (модуль 4)
1.	Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
1.1	Лекции	-	-	
1.2.1	<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	-	-	
1.2.2	<i>Семинары (С)</i>	-	-	
1.2.3	<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	72	36	36
2.	Самостоятельная работа студентов (ак. часов)	216	72	144
3.	Общая трудоемкость (ак. часов)	288	108	180
4.	Общая трудоемкость (зачетных единиц)	8	3	5

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Сем. 2 (модуль 3)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Введение в численные методы.	1. Структура погрешности решения задач. Корректность постановки задач. Устойчивость задач.
2.	Методы аппроксимации при построении математических моделей.	1. Аппроксимация основных функций, используемых в математическом моделировании. Интерполяция функций, используемых в математическом моделировании. Лагранжева интерполяция. Интерполяционный многочлен Ньютона. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Опасности полиномиальной интерполяции. Интерполяционный многочлен Эрмита. 2. Интерполяция сплайнами. Кубические сплайны: различные виды дополнительных условий, вычисление коэффициентов сплайна методом прогонки. Экстремальные и локальные свойства кубических сплайнов. 3. Среднеквадратичное приближение. Существование и единственность наилучшего среднеквадратичного приближения. Задачи нахождения наилучшего среднеквадратичного приближения и ее регуляризация. Нелинейная аппроксимация. 4. Равномерное приближение Сравнение наилучших среднеквадратичного и равномерного приближений.

3	Численное дифференцирование при построении математических моделей. Численное интегрирование при построении математических моделей.	<p>1. Численное дифференцирование с помощью интерполяционного многочлена Ньютона. Точки повышенной точности.</p> <p>2. Метод Рунге-Ромберга. Регуляризация дифференцирования.</p> <p>3. Квадратурные формулы средних (прямоугольников), трапеций, Симпсона.</p> <p>4. Процесс Эйткена. Квадратурные формулы наивысшей точности. Интегралы с переменным верхним пределом. Несобственные интегралы. Кратные интегралы. Интегрирование методом Монте-Карло (два способа). Методы уменьшения дисперсии. Кратные интегралы по методу Монте-Карло. Сеточный метод или метод Монте-Карло.</p>
4.	Численные методы линейной алгебры при построении математических моделей.	<p>1. Обусловленность матрицы, число обусловленности. Метод исключения Гаусса. Метод прогонки. Метод квадратного корня. Регуляризация задач линейной алгебры. Метод простых итераций. Метод Зейделя.</p> <p>2. Частичная проблема собственных значений и собственных векторов: степенной метод, обратные итерации со сдвигом. Общая проблема собственных значений. Обратные итерации. Метод отражений. Прямой метод вращений. Итерационный метод вращений. Метод элементарных преобразований. Процесс ортогонализации Грама-Шмидта.</p>
5.	Методы оптимизации.	<p>1. Метод золотого сечения. Метод парабол.</p> <p>2. Минимум функции многих переменных: классификация рельефа. Методы спуска: выбор шага и направления. Покоординатный спуск. Градиентный спуск. Метод изменения масштабов. Метод Ньютона.</p> <p>3. Метод сопряженных направлений. Случайный спуск. Минимум в ограниченной области: метод штрафных функций.</p> <p>4. Минимум функционала. Метод наименьших квадратов. Метод пробных функций. Метод Ритца. Сеточный метод. Метод Галеркина. Метод конечных элементов.</p>
6.	Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ.	<p>1. Метод наименьших квадратов. Теоретическая и выборочная регрессии. Экономическая интерпретация случайной составляющей. Линейность регрессии по переменным и параметрам.</p> <p>2. Задача оценивания параметров. Метод наименьших квадратов (МНК). Система нормальных уравнений и ее решение. Свойства оценок параметров, полученных МНК. Геометрическая интерпретация метода наименьших квадратов.</p> <p>3. Предположение о нормальном распределении случайной ошибки в рамках классической линейной регрессии и ее анализ. Доверительные интервалы оценок параметров и проверка гипотез о их значимости (t-тест). Проверка адекватности регрессии (F-тест). Прогнозирование по регрессионной модели и оценка</p>

		точности. Анализ доверительного интервала для прогнозных значений. Анализ зависимости точности от горизонта прогноза.
--	--	---

сем. 2 (мод. 4)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Система компьютерной алгебры Sage	Вводное занятие. Знакомство с системой компьютерной алгебры Sage.
2	Модели роста и распада	Принцип универсальности математических моделей. Иерархия моделей. Модели экономического роста и их аналоги в других предметных областях. Методы исследования моделей, основанных на обыкновенных дифференциальных уравнениях. Разложения в степенные ряды. Метод конечных разностей. Реализация этих методов в CAS.
3	Простейшая модель, описывающая колебания	Простейшая модель, описывающая колебания, и методы ее исследования. Разложения в степенные ряды. Метод конечных разностей и сохранение интегралов движения. Реализация этих методов в CAS.
4	Нелинейные модели, описывающие колебания.	Нелинейные модели, описывающие колебания. Математический маятник. Модель Хищник-Жертва.
5	Собственные и вынужденные колебания струны	Модель, описывающая собственные и вынужденные колебания струны. Спектральный анализ звука.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

сем. 2 (мод. 3)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практические и лабораторные занятия			СРС Отчет по ЛР	Все-го час.
			Лаб	Пр. зан.	Сем.		
Сем. 2 (модуль 3)							
1.	Введение в численные методы.	-	6	-	-	12	12
2.	Методы аппроксимации при построении математических моделей.	-	6	-	-	12	12
3.	Численное дифференцирование при построении математических моделей. Численное интегрирование при построении математических моделей.	-	6	-	-	12	12
4.	Численные методы линейной алгебры при построении математических моделей.	-	6	-	-	12	12

5.	Методы оптимизации.	-	6	-	-	12	12
6.	Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ.	-	6	-	-	12	12
Итого		-	36	-	-	-	108

сем. 2 (мод. 4)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Лаб. зан.	Пр. зан.	Сем ин.	СРС	Все-го час.
1.	Система компьютерной алгебры Sage	-	4	-	-	25	29
2.	Модели роста и распада	-	4	-	-	25	29
3.	Простейшая модель, описывающая колебания	-	8	-	-	23	31
4.	Нелинейные модели, описывающие колебания.	-	8	-	-	23	31
5.	Собственные и вынужденные колебания струны	-	8	-	-	23	31
	Итоговый контроль	-	4	-	-	23	29
	Итого:		36			144	180

6. Лабораторный практикум

Сем. 2 (модуль 3)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	1	Численная аппроксимация основных функций, используемых в математическом моделировании в экономике.	6
2.	2	Численная реализация нелинейной аппроксимации в экономико-математических моделях. Численная интерполяция сплайнами основных функций, используемых в математическом моделировании в экономике.	6
3.	3	Численная реализация конечно-разностного дифференцирования с помощью интерполяционного многочлена Ньютона. Построение экономических моделей на основе конечно-разностной аппроксимации. Численная реализация метода Рунге-Ромберга. Применение регуляризации дифференцирования в экономических моделях. Применение численных методов интегрирования в финансовых моделях. Численная реализация квадратурных формул средних (прямоугольников), трапеций, Симпсона, квадратурных формул наивысшей точности. Численная реализация вычисления интегралов с переменным верхним пределом и кратных интегралов.	6

4.	4	<p>Численная реализация методов линейной алгебры при построении экономико-математических моделей. Анализ обусловленности матрицы.</p> <p>Применение метода исключения Гаусса при решении экономических задач.</p> <p>Численная реализация методов прогонки и квадратного корня при экономическом моделировании.</p> <p>Численная реализация методов регуляризации задач линейной алгебры при решении экономических.</p> <p>Применение методов простых итераций Зейделя.</p> <p>Численная реализация методов поиска собственных значений и собственных векторов в экономических моделях: степенной метод, обратные итерации со сдвигом.</p> <p>Численная реализация методов обратных итерации, отражений и вращений.</p> <p>Численная реализация процесса ортогонализации Грама-Шмидта.</p>	6
5.	5	<p>Численная реализация методов золотого сечения и парабол при решении задач оптимизации в экономике.</p> <p>Минимум функции многих переменных: классификация рельефа.</p> <p>Численная реализация методов поиска минимума функций многих переменных.</p> <p>Построение классификации рельефа при решении задач оптимизации в экономике.</p> <p>Численная реализация методов спуска при решении задач оптимизации в экономике.</p> <p>Анализ выбора шага и направления.</p> <p>Численная реализация метода покоординатного спуска.</p> <p>Численная реализация метода градиентного спуска.</p> <p>Применение метода изменения масштабов.</p> <p>Численная реализация метода сопряженных направлений.</p> <p>Анализ минимумов в ограниченной области.</p> <p>Численная реализация метода штрафных функций.</p> <p>Численная реализация методов поиска минимумов функционала.</p> <p>Численная реализация методов пробных функций.</p> <p>Численная реализация метода Рунге, сеточного метода, метода Галеркина, метода конечных элементов.</p>	6
6.	6	<p>Численная реализация экономических задач нахождения наилучшего среднеквадратичного приближения и ее регуляризация.</p> <p>Построение экономических моделей на основе метода наименьших квадратов.</p> <p>Решение задачи оценивания параметров регрессии.</p> <p>Анализ свойств оценок параметров, полученных МНК.</p> <p>Анализ доверительных интервалов при оценке параметров и проверка гипотез о их значимости (t-тест).</p> <p>Проверка адекватности регрессии (F-тест).</p> <p>Построение экономических прогнозов с использованием моделей МНК и оценка их точности.</p> <p>Анализ доверительного интервала для прогнозных</p>	6

		значений. Анализ зависимости точности от горизонта прогноза.	
	Итого:		36

Сем. 2 (модуль 4)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	1	Реализация метода наименьших квадратов в Sage.	4
2	2	Численное и аналитическое исследование моделей популяционной динамики, основанных на логистическом уравнении.	4
3	2	Падение тела в среде с сопротивлением	4
4	3	Вынужденные колебания маятника, явление резонанса.	1
5	3	Колебания двух связанных маятников. Биение	2
6	4	Задача двух тел	4
7	4	Система хищник-жертва	4
8	5	Исследование возбуждения струны по методу Фурье	4
9	5	Исследование возбуждения струны по методу Даламбера	2
10	5	Спектральный анализ звукозаписи	2
		Итоговый контроль	4

7. Практические занятия (семинары) – не предусмотрены программой курса

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для выполнения обучающимися практических работ по дисциплине, для проведения обучающимися самостоятельной работы и компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

ОС Linux, офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0), ПО для просмотра pdf (например, evince (лицензия GPL-2+ CC-BY-SA-3.0)), GNU Midnight Commander (Лицензия GNU GPL 3), редакторы emacs (лицензия GPL) или vi (лицензия BSD), TeXLive (Лицензия GPL-2 LPPL-1.3с TeX), Sagemath (лицензия GPLv3), Sonic Visualiser (лицензия GNU GPL v2)

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- ТУИС <http://esystem.pfur.ru>
- Сайт библиотеки РУДН <http://lib.rudn.ru/>
- Электронная библиотека РГБ <http://www.rsl.ru/>
- Общероссийский математический портал mathnet.ru
- NIST Цифровая энциклопедия математических функций (<https://dlmf.nist.gov>)
- Старейший ресурс по численным методом в сети Numerical recipes (<http://numerical.recipes/>)
- Электронная библиотека РГБ <http://www.rsl.ru/>
- Science Direct <http://www.sciencedirect.com> Описание: Ресурс содержит коллекцию научной, технической полнотекстовой и библиографической информации. База

данных мультидисциплинарного характера включает научные журналы по точным и техническим наукам.

- EBSCO <http://search.ebscohost.com>, Academic Search Premier (база данных комплексной тематики, содержит информацию по гуманитарным и естественным областям знания).
- Sage Publications <http://online.sagepub.com>. База публикаций Sage включает в себя журналы по разным отраслям знаний: Sage_STM – более 100 журналов в области естественных наук, техники.
- Springer/Kluwer <http://www.springerlink.com>. Журналы и книги издательства Springer/Kluwer охватывают различные области знания и разбиты на предметные категории.
- Taylor & Francis <http://www.informaworld.com>. Коллекция журналов насчитывает более 1000 именованных по всем областям знаний.
- American Mathematical Society <http://www.ams.org/> Ресурс американского математического общества.
- European Mathematical Society <http://www.euro-math-soc.eu/> Ресурс европейского математического общества.
- Portal to Mathematics Publications <http://www.emis.de/projects/EULER/>
- Каталог математических интернет ресурсов <http://www.mathtree.ru/>
- Zentralblatt MATH (zbMATH) <https://zbmath.org>
- Общероссийский математический портал mathnet.ru
- Web of Science <http://www.isiknowledge.com>
- Ресурсы Института научной информации по общественным наукам Российской академии наук (ИНИОН РАН) <http://elibrary.ru>.
- Университетская информационная система РОССИЯ. <http://www.cir.ru/index.jsp>.
- Гости система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу <http://www.ifap.ru/library/gost/sibid.htm>.

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

- Бахвалов Н.С. Численные методы : учебное пособие для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков. - 5-е изд., 7-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007, 2015. - 636 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 5-94774-620-4. - ISBN 978-5-9963-0449-3 : 226.00.
- Дивеев А.И. Численные методы решения задачи синтеза управления : монография / А.И. Дивеев. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2019. - 192 с. : ил. - ISBN 978-5-209-09157-8 : 125.30.
- Новиков А.И. Экономико-математические методы и модели : учебник для бакалавров / А.И. Новиков. - М. : Дашков и К, 2017. - 532 с. - (Учебные издания для бакалавров). - ISBN 978-5-394-02615-7 : 1053.00.
- Голубков А.Ю. и др. Компьютерная алгебра в системе Sage : учебное пособие / А.Ю. Голубков, А.И. Зобнин, О.В. Соколова; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. - Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. - 80 с. - ISBN 978-5-7038-3680-4
- Компьютерные методы математической физики : учебное пособие / С. А. Васильев, М. Д. Малых, Л. А. Севастьянов. – Москва : РУДН, 2020. – 212 с. ISBN 978-5-209-10312-7

б) дополнительная литература

1. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры [Текст] / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2002. - 320 с. : ил. - ISBN 5-92221-0120-X : 115.94. [ЕТ 20]

2. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Пер. с англ. Т.1,2 1990. 752 с. ISBN 5-03-001593-0.
 3. Братусь, А.С. Динамические системы и модели биологии : научное издание / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. - Москва : Физматлит, 2009. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1192-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67304>
 4. Лекции по математической физике [Текст] : Учебник по физике / А.Г. Свешников, А.Н. Боголюбов, В.В. Кравцов; А.Г.Свешников, А.Н.Боголюбов, В.В.Кравцов. - М. : Изд-во МГУ, 1993. - 352 с. : ил. - ISBN 5-211-02073-1 : 17.00, а также более поздние издания.
 5. Документация по Sage: <http://www.sagemath.org>
- в) периодические издания:
- Математическое моделирование
 - Информатика и её применения
 - Проблемы передачи информации
 - Системы и средства информатики
 - Вычислительные методы и программирование
 - Journal of Economic Growth
 - Annals of Mathematics
 - Journal of the American Mathematical Society
 - Communications on Pure and Applied Mathematics
 - Theory of Computing Systems

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Учебным планом на изучение дисциплины отводится два модуля. В течение обучения выполняются практические задания, а также контрольные мероприятия. В конце модулей производится итоговый контроль знаний: зачет с целью итогового контроля знаний. В случае, если учащийся не набрал необходимое для зачета количество баллов (51 балл), он может получить недостающие баллы, выполнив дополнительные задания, предоставленные преподавателем.

Знакомство с каждым разделом следует начинать с просмотра видеолекции, размещенной в ТУИС, где будут сообщены сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ, и на примерах показано, как применять системы компьютерной алгебры для решения поставленных задач.

Задания для лабораторных работ размещены в ТУИС. После просмотра видеолекции рекомендуется сразу перейти к выполнению лабораторных работ по теме. Возникающие при их выполнении вопросы следует задать на форуме, созданном для этой цели на ТУИС.

11.1. Указания по выполнению лабораторных и домашних работ.

При выполнении лабораторных и домашних работ необходимо придерживаться следующих этапов:

- Постановка проблемы, исходя из целей и задач конкретного исследования.
- Предварительный теоретический анализ сущности изучаемых явлений, по результатам которого формируется априорная информация и выдвигаются различные гипотезы, строятся модели.
- Выбор объекта исследования, сбор необходимой информации и предварительный анализ ее качества.
- Анализ исторической и методологической проблемы прикладной математики и информатики.
- Интерпретация полученных результатов, оценка возможности использования выводов в практических целях.

11.2. Рекомендации по оформлению лабораторных работ.

Цель лабораторной работы – продолжить выработку умений и навыков самостоятельной работы студентов по изучению учебно-научной литературы, обобщению и углублению полученных знаний, построению математических моделей, написанию программного кода, анализ полученных результатов моделирования, оформление полученных результатов. Успешное написание отчета по лабораторной работе свидетельствует о качественном освоении знаний, об овладении приемами поиска научной информации и создания письменной речи. Отчет по лабораторной работе пишется самостоятельно. Объем не должен превышать 10 стр.

Предлагаемый порядок работы над отчетом по лабораторной работе включает в себя следующие этапы:

- Анализ поставленной преподавателем задачи.
- Найти 3-5 источников по теме лабораторной работы в библиотеке РУДН.
- Внимательно изучить, сделать выписки и обобщить собранный материал.
- Построить математическую модель для решения поставленной задачи.
- Оформить программный код для численной реализации модели.
- Провести тестирование написанной программы.
- Провести исследование модели.
- Проанализировать полученные результаты численного эксперимента.
- Выбрать важные с научной точки зрения моменты и составить набросок текста (изложить необходимые мысли, примеры, цитаты, графики, схемы).
- Найти те положения, которые выражают ваш индивидуальный взгляд, ваши оценки и размышления на полученные результаты.
- Оформить работу и сдать её преподавателю.

Отчет по лабораторной работе должен содержать минимум три части:

1. Введение, в котором в зависимости от темы раскрываются актуальность работы, или кратко перечисляются основные моменты, которые надо представить, или формулируются цели работы. Объем введения для составляет 10 предложений.
2. Основная часть, в которой непосредственно раскрывается заданная тема исследования. При написании текста основной части необходимо выражать свои мысли кратко, лаконично, логически. Использование графического материала, табличных данных, диаграмм должно отвечать теме исследования. За излишнее количество информации оценка может быть снижена. Цитирование в отчете не запрещается. Объем цитаты не должен превышать двух-трех предложений. Ссылка на первоисточники обязательна.
3. Заключение, в нем подводится итог. Объем заключения составляет 1 стр.

Требования к оформлению отчета:

- Отчет должна иметь титульный лист, где указывается название учебного заведения, кафедры, изучаемой дисциплины, тема исследования, фамилия, имя, отчество студента (полностью), шифр и номер группы, фамилия, имя отчество преподавателя, его учёная степень, звание, должность.
- Внизу листа - название города, в котором находится учебное заведение, и год написания работы (без знаков препинания).
- Отчет печатается на одной стороне стандартного листа формата А4 (210x297), шрифт Times New Roman, 13 кегль, межстрочный интервал — 1,5, выравнивание текста — по ширине.

Все иллюстрации обозначаются словом «Рисунок» или кратко «рис.». Данная надпись помещается под иллюстрацией. Все иллюстрации должны быть подписаны. На все рисунки в тексте должны быть описания и ссылки. Нумерация всего иллюстративного материала ведется арабскими цифрами.

Все таблицы обозначаются словом «Таблица» или кратко «таб.». Данная надпись помещается над таблице справа. Все таблицы должны быть подписаны сверху. На все таблицы в тексте должны быть описания и ссылки. Нумерация всего табличного материала ведется арабскими цифрами. Возможна ситуация, когда таблица будет разделена (если строка или столбец выходят за рамки листа).

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

ФОС по дисциплине представлен в приложении к данной программе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчик:

доцент прикладной информатики
и теории вероятностей



С.А. Васильев

доцент прикладной информатики
и теории вероятностей



М.Д. Малых

Заведующий кафедрой
прикладной информатики и
теории вероятностей, д.т.н., проф.



К.Е. Самуйлов

Руководитель программы
Зав. кафедрой
информационных технологий, д.ф.-м.н.



Ю.Н. Орлов

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Компьютерный практикум по моделированию
(наименование дисциплины)

09.03.03 «Прикладная информатика»
(код и наименование направления подготовки)

Бакалавр
Квалификация (степень) выпускника

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Компьютерный практикум по моделированию

Направление: 09.03.03 «Прикладная информатика»

сем. 2, мод. 3

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)			Баллы темы	Баллы раздела
		аудиторная работа (дистанционная работа)	самостоятельная работа	зачет		
		лабораторные работы	Подготовка устных и/или электронных отчетов по результатам выполнения лабораторных работ			
УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-10; ПК-4	Введение в численные методы.	8	5	3	16	16
	Методы аппроксимации при построении математических моделей.	8	5	3	16	16
	Численное дифференцирование при построении математических моделей. Численное интегрирование при построении математических моделей.	9	5	3	17	17
	Численные методы линейной алгебры при построении математических моделей.	9	5	3	17	17
	Методы оптимизации.	8	5	4	17	17
	Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ.	8	5	4	17	17
	ИТОГО:	50	30	20	100	100

сем. 2, мод. 4

Код контр. компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)		Баллы темы	Баллы раздела
			Аудиторная работа (удаленно)	Самостоятельная работа		
			Выполнение ЛР	Выполнение ЛР		
ОПК-1, ПК-2; ПК-3; ПК-4	Система компьютерной алгебры Sage	Реализация метода наименьших квадратов в Sage.	5	5	10	10

Компетенции и индикаторы их достижения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-10; ПК-4
(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

- **УК-1.1.** Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.
- **УК-1.2.** Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.
- **УК-1.3.** Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов.

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

- **ОПК-1.1.** Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.
- **ОПК-1.2.** Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.
- **ОПК-1.3.** Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

ОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе, отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

- **ОПК-2.1.** Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.
- **ОПК-2.2.** Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.
- **ОПК-2.3.** Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.

- **ОПК-6.1.** Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.
- **ОПК-6.2.** Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.
- **ОПК-6.3.** Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.

ОПК-7. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.

- **ОПК-7.1.** Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий.
- **ОПК-7.2.** Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ.
- **ОПК-7.3.** Владеет навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов.

ОПК-10. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

- **ОПК-10.1.** Знает базовые принципы цифровых технологий и методов, необходимых в профессиональной деятельности в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
- **ОПК-10.2.** Умеет применять необходимые в профессиональной деятельности цифровые технологии и методы в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
- **ОПК-10.3.** Владеет необходимыми в профессиональной деятельности технологиями и методами в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.

ПК-4. Организационное и технологическое обеспечение кодирования на языках программирования.

- **ПК-4.1.** Знает основы программирования; современные объектно-ориентированные языки программирования; современные структурные языки программирования; языки современных бизнес-приложений.
- **ПК-4.2.** Умеет кодировать на языках программирования; тестировать результаты кодирования.
- **ПК-4.3.** Владеет навыками разработки кода информационной системы; навыками верификации кода информационной системы.

Балльно-рейтинговая система оценки уровня знаний

Сводная оценочная таблица дисциплины
сем. 2, модуль 3

Раздел	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)			Баллы темы	Баллы раздела
	аудиторная работа (дистанционная работа)	самостоятельная работа	зачет		
	лабораторные работы	Подготовка устных и/или электронных отчетов по результатам выполнения лабораторных работ			
Введение в численные методы.	8	5	3	16	16
Методы аппроксимации при построении математических моделей.	8	5	3	16	16
Численное дифференцирование при построении математических моделей. Численное интегрирование при построении математических моделей.	9	5	3	17	17
Численные методы линейной алгебры при построении математических моделей.	9	5	3	17	17
Методы оптимизации.	8	5	4	17	17
Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ.	8	5	4	17	17
ИТОГО:	50	30	20	100	100

семестр 2, модуль 4

Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)		Баллы темы	Баллы раздела
		Аудиторная работа (удаленно)	Самостоятельная работа		
		Выполнение ЛР	Выполнение ЛР		
Система компьютерной алгебры Sage	Реализация метода наименьших квадратов в Sage.	5	5	10	10
Модели роста и распада	Численное и аналитическое исследование моделей популяционной динамики, основанных на логистическом уравнении.	5	5	20	20
	Падение тела в среде с сопротивлением	5	5		
Простейшая модель, описывающая колебания	Вынужденные колебания маятника, явление резонанса.	5	5	20	20
	Колебания двух связанных маятников. Биение	5	5		
Нелинейные модели, описывающие колебания.	Задача двух тел	5	5	20	20
	Система хищник-жертва	5	5		
Собственные и вынужденные колебания струны	Исследование возбуждения струны по методу Фурье	5	5	30	30
	Исследование возбуждения струны по методу Даламбера	5	5		
	Спектральный анализ звукозаписи	5	5		
	Итого:	50	50	100	100

Таблица соответствия баллов и оценок

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C
61 - 68	3	D
51 - 60		E
31 - 50	2	FX
0 - 30		F
51-100	Зачет	Passed

Правила применения БРС

- Раздел (тема) учебной дисциплины считается освоенной, если студент набрал более 50% от числа баллов, предусмотренных за данный раздел (тему).
- Студент не может быть аттестован по дисциплине, если им не освоены все темы всех разделов дисциплины.
- По решению преподавателя и с согласия студентов, не освоивших отдельные разделы (темы) изучаемой дисциплины, в течение учебного семестра могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по этим темам или разделам. При этом студентам за данную работу засчитывается минимально возможный положительный балл.
- При выполнении студентом дополнительных учебных заданий или повторного прохождения мероприятий текущего контроля, полученные им баллы засчитываются в конкретные темы. При этом итоговая сумма баллов не может превышать максимального количества баллов, установленного по данным темам.
- При подведении итогов семестровой промежуточной аттестации накопленные студентом баллы (по итогам семестра (модуля) и за аттестационные испытания) переводятся в традиционную оценку по четырехбалльной шкале (неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично) и в оценку ECTS (A, B, C, D, E, FX, F). Оценки «неудовлетворительно», «FX» и «F» в зачетную книжку не проставляются.
- Пользоваться мобильными телефонами и другими электронными техническими средствами во время занятий и при проведении текущего контроля успеваемости можно только с разрешения преподавателя.
- График проведения мероприятий текущего контроля успеваемости формируется в соответствии с календарным планом курса.
- Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
- Время, которое отводится студенту на выполнение мероприятия текущего контроля успеваемости, устанавливается преподавателем. По завершении отведенного времени студент должен сдать работу преподавателю, вне зависимости от того, завершена она или нет.
- Использование источников (в том числе конспектов лекций и практических работ) во время выполнения мероприятий текущего контроля успеваемости возможно только с разрешения преподавателя.
- Отсутствие студента на мероприятии текущего контроля успеваемости считается уважительным только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки, заверенной в КДЦ РУДН. Не позднее двух недель после выздоровления студент предъявляет справку преподавателю. В противном случае, отсутствие студента на мероприятии текущего контроля успеваемости признается не уважительным.
- Сдача мероприятий текущего контроля успеваемости по причине болезни студента проводится один раз в конце семестра (модуля) в день, установленный преподавателем.
- Итоговый контроль знаний проводится в форме теста и оценивается из 20 баллов независимо от оценки, полученной в модуле.
- Если в итоге за семестр (модуль) студент получил неудовлетворительную оценку, то студенту разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов посредством повторного одноразового выполнения предусмотренных контрольных мероприятий (повторная переаттестация). Ликвидация задолженностей проводится по согласованию с деканатом в соответствии с действующими локальными нормативными актами.

Примерный перечень оценочных средств

п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<i>Аудиторная работа</i>			
1	Опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Лабораторная работа	Система практических заданий, направленных на формирование практических навыков у обучающихся	Фонд практических заданий
3	Зачет	Форма проверки качества выполнения студентами лабораторных работ, усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, успешного прохождения производственной и преддипломной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой.	Примеры заданий
<i>Самостоятельная работа</i>			
5	Подготовка отчетов по результатам выполнения лабораторных работ	Форма проверки качества выполнения студентами лабораторных работ в соответствии с утвержденной программой.	Фонд практических заданий в рамках лабораторного практикума по дисциплине

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один модуль. В рамках преподавания дисциплины предусмотрены лабораторные работы, контрольные мероприятия по проверке знаний в форме опросов. В конце курса производится итоговый контроль знаний: зачет с целью итогового контроля знаний в виде теста в ТУИС. Оценивание результатов освоения дисциплины производится в соответствии с балльно-рейтинговой системой. По дисциплине предусмотрен дифф. зачет. В случае, если учащийся не набрал необходимое для зачета количество баллов (51 балл), он может получить недостающие баллы, выполнив дополнительные задания, предоставленные преподавателем.

Критерии оценки по дисциплине

95-100 баллов:

- полные и точные ответы на вопросы опросов и контрольных работ, тестовых опросов;
- активное участие в мероприятиях, предусмотренных программой дисциплины;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение необходимым программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать поставленные задачи;
- полная самостоятельность и творческий подход при изложении материала по программе дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины и преподавателем.

86- 94 балла:

- полные и достаточно точные ответы на вопросы опросов и контрольных работ, тестовых опросов;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- хорошее владение необходимым программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать поставленные задачи в нестандартных ситуациях;
- усвоение основной и дополнительной литературы, нормативных и законодательных актов, рекомендованных программой дисциплины и преподавателем.

69-85 баллов:

- частичное точные ответы на вопросы опросов и контрольных работ, тестовых опросов;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- владение необходимым программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- усвоение основной литературы;

51-68 баллов:

- частичная способность отвечать на вопросы опросов и контрольных работ, тестовых опросов;
- удовлетворительное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- удовлетворительное владение необходимым программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- удовлетворительная способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

31 - 50 баллов – НЕ ЗАЧТЕНО:

- частичная способность отвечать на вопросы опросов и контрольных работ, тестовых опросов;
- недостаточно полный объем навыков и компетенции в рамках программы дисциплины;
- неумение использовать в практической деятельности научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными стилистическими и логическими ошибками;
- слабое владение необходимым программным обеспечением по разделам программы дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
- слабая способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- слабое усвоение основной литературы;

0-30 баллов, НЕ ЗАЧТЕНО:

- отсутствие способности отвечать на вопросы опросов и контрольных работ, тестовых опросов;
- отсутствие умений, навыков, знаний и компетенции в рамках программы дисциплины;
- невыполнение тестовых заданий;
- отказ от ответов по программе дисциплины;
- игнорирование занятий по дисциплине по неуважительной причине.

Комплект билетов

Дисциплина Компьютерный практикум по моделированию
(наименование дисциплины)

БИЛЕТ №1

1. Метод половинного деления.
2. Нахождение определителя и обратной матрицы с помощью метода Гаусса.

Составитель	С.А. Васильев
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Дисциплина Компьютерный практикум по моделированию
(наименование дисциплины)

БИЛЕТ №2

1. Метод хорд.
2. Метод Зейделя.

Составитель	С.А. Васильев
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Дисциплина Компьютерный практикум по моделированию
(наименование дисциплины)

БИЛЕТ №3

1. Метод касательных.
2. Интерполирование и экстраполирование.

Составитель	С.А. Васильев
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Дисциплина Компьютерный практикум по моделированию
(наименование дисциплины)

БИЛЕТ №4

1. Комбинированный метод хорд и касательных.
2. Линейное интерполирование.

Составитель	С.А. Васильев
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Дисциплина Компьютерный практикум по моделированию
(наименование дисциплины)

БИЛЕТ №5

1. Метод итераций.
2. Квадратичное интерполирование.

Составитель	С.А. Васильев
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Дисциплина Компьютерный практикум по моделированию
(наименование дисциплины)

БИЛЕТ №6

1. Метод Гаусса.
2. Интерполяционный полином Лагранжа.

Составитель	С.А. Васильев
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Дисциплина Компьютерный практикум по моделированию
(наименование дисциплины)

БИЛЕТ №7

1. Модификации метода Гаусса.
2. Интерполяционный полином Ньютона.

Составитель	С.А. Васильев
Заведующий кафедрой	К.Е. Самуйлов

Комплект вопросов для оценки усвоения разделов ДИСЦИПЛИНЫ

Набор типовых аудиторных контрольных заданий (опрос):

1. Приближенное значение величины.
2. Абсолютная погрешность.
3. Относительная погрешность.
4. Верные, значащие, сомнительные цифры числа.
5. Погрешности арифметических действий.
6. Метод половинного деления.
7. Метод хорд.
8. Метод касательных.
9. Комбинированный метод хорд и касательных.
10. Метод итераций.
11. Метод Гаусса.
12. Модификации метода Гаусса.
13. Нахождение определителя и обратной матрицы с помощью метода Гаусса.
14. Метод итераций.
15. Метод Зейделя.
16. Интерполирование и экстраполирование.
17. Линейное интерполирование.
18. Квадратичное интерполирование.
19. Интерполяционный полином Лагранжа.
20. Первый интерполяционный полином Ньютона.
21. Второй интерполяционный полином Ньютона.
22. Интерполирование сплайнами.
23. Формулы прямоугольников.
24. Формула трапеций.
25. Формула Симпсона.
26. Формулы Ньютона-Котеса.
27. Формулы Гаусса.
28. Метод Эйлера.
29. Модифицированный метод Эйлера.
30. Метод Рунге-Кутты.
31. Метод дихотомии.
32. Метод золотого сечения.
33. Метод покоординатного спуска.
34. Метод градиентного спуска.
35. Метод наискорейшего спуска.

Комплект разноуровневых задач (заданий)

по дисциплине Компьютерный практикум по моделированию
(наименование дисциплины)

1. Задания репродуктивного уровня

В качестве заданий репродуктивного уровня предлагаются вопросы для самопроверки и обсуждения по темам.

Раздел "Введение в численные методы"

Тема: Структура погрешности решения задач. Корректность постановки задач. Устойчивость задач и устойчивость их алгоритма.

- Математические модели систем.
- Требования к математическим моделям систем.
- Классификация математических моделей систем
- Детерминированные и стохастические модели.
- Динамические и статические модели.
- Непрерывные и дискретные модели.
- Полные и неполные модели.
- Теоретические и экспериментальные модели.
- Выполнение требований к математическим моделям систем.

Раздел " Методы аппроксимации при построении математических моделей"

Тема: Структура погрешности решения задач. Корректность постановки задач. Устойчивость задач и устойчивость их алгоритма. Аппроксимация основных функций, используемых в математическом моделировании. Интерполяция функций, используемых в математическом моделировании. Лагранжева интерполяция. Интерполяционный многочлен Ньютона. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Опасности полиномиальной интерполяции. Интерполяционный многочлен Эрмита. Интерполяция сплайнами. Кубические сплайны: различные виды дополнительных условий, вычисление коэффициентов сплайна методом прогонки. Экстремальные и локальные свойства кубических сплайнов.

- Численная аппроксимация основных функций, используемых в математическом моделировании.
- Численная аппроксимация основных функций, используемых в математическом моделировании в физике.
- Численная интерполяция сплайнами основных функций, используемых в математическом моделировании в химии.
- Численная интерполяция сплайнами основных функций, используемых в математическом моделировании в биологии.

- Численная интерполяция сплайнами основных функций, используемых в математическом моделировании в социологии.
- Численная интерполяция сплайнами основных функций, используемых в математическом моделировании в финансах.
- Численная интерполяция сплайнами основных функций, используемых в математическом моделировании динамики фондовых рынков.
- Численная реализация задач нахождения наилучшего среднеквадратичного приближения и ее регуляризация.
- Численная реализация нелинейной аппроксимации математических моделей.

Раздел " Численное дифференцирование при построении математических моделей. Численное интегрирование при построении математических моделей."

Тема: Численное дифференцирование с помощью интерполяционного многочлена Ньютона. Точки повышенной точности. Метод Рунге-Ромберга. Регуляризация дифференцирования. Квадратурные формулы средних (прямоугольников), трапеций, Симпсона. Процесс Эйткена. Квадратурные формулы наивысшей точности. Интегралы с переменным верхним пределом. Несобственные интегралы. Кратные интегралы. Интегрирование методом Монте-Карло (два способа). Методы уменьшения дисперсии. Кратные интегралы по методу Монте-Карло. Сеточный метод или метод Монте-Карло..

- Численная реализация конечно-разностного дифференцирования с помощью интерполяционного многочлена Ньютона.
- Построение моделей на основе конечно-разностной аппроксимации.
- Численная реализация конечно-разностного дифференцирования с помощью интерполяционного многочлена Ньютона.
- Построение моделей на основе конечно-разностной аппроксимации.

Раздел "Численные методы линейной алгебры при построении математических моделей."

Тема: Обусловленность матрицы, число обусловленности. Метод исключения Гаусса. Метод прогонки. Метод квадратного корня. Регуляризация задач линейной алгебры. Метод простых итераций. Метод Зейделя. Частичная проблема собственных значений и собственных векторов: степенной метод, обратные итерации со сдвигом. Общая проблема собственных значений. Обратные итерации. Метод отражений. Прямой метод вращений. Итерационный метод вращений. Метод элементарных преобразований. Процесс ортогонализации Грама-Шмидта..

- Численная реализация методов линейной алгебры при построении математических моделей. Анализ обусловленности матрицы.
- Применение метода исключения Гаусса при решении задач.
- Численная реализация методов прогонки и квадратного корня при моделировании.
- Численная реализация методов регуляризации задач линейной алгебры при решении задач.
- Применение методов простых итераций Зейделя.
- Численная реализация методов поиска собственных значений и собственных векторов в моделях: степенной метод, обратные итерации со сдвигом.
- Численная реализация методов обратных итерации, отражений и вращений.
- Численная реализация процесса ортогонализации Грама-Шмидта.

Раздел " Методы оптимизации"

Тема: Метод золотого сечения. Метод парабол. Минимум функции многих переменных: классификация рельефа. Методы спуска: выбор шага и направления. Покоординатный спуск. Градиентный спуск. Метод изменения масштабов. Метод Ньютона. Метод сопряженных направлений. Случайный спуск. Минимум в ограниченной области: метод штрафных функций. Минимум функционала. Метод наименьших квадратов. Метод пробных функций. Метод Рунге. Сеточный метод. Метод Галеркина. Метод конечных элементов.

- Численная реализация методов золотого сечения и парабол при решении задач оптимизации.
- Численная реализация методов поиска минимума функций многих переменных.
- Минимум функции многих переменных: классификация рельефа.
- Построение классификации рельефа при решении задач оптимизации.
- Численная реализация методов спуска при решении задач.
- Анализ выбора шага и направления.
- Численная реализация метода покоординатного спуска.
- Численная реализация метода градиентного спуска.
- Применение метода изменения масштабов.
- Численная реализация метода сопряженных направлений.
- Анализ минимумов в ограниченной области.
- Численная реализация метода штрафных функций.

Раздел " Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ."

Тема: Метод наименьших квадратов. Теоретическая и выборочная регрессии. Интерпретация случайной составляющей. Линейность регрессии по переменным и параметрам. Задача оценивания параметров. Метод наименьших квадратов (МНК). Система нормальных уравнений и ее решение. Свойства оценок параметров, полученных МНК. Геометрическая интерпретация метода наименьших квадратов. Предположение о нормальном распределении случайной ошибки в рамках классической линейной регрессии и ее анализ. Доверительные интервалы оценок параметров и проверка гипотез о их значимости (t-тест). Проверка адекватности регрессии (F-тест). Прогнозирование по регрессионной модели и оценка точности. Анализ доверительного интервала для прогнозных значений. Анализ зависимости точности от горизонта прогноза.

- Построение моделей на основе метода наименьших квадратов.
- Решение задачи оценивания параметров регрессии.
- Анализ свойств оценок параметров, полученных МНК.
- Геометрическая интерпретация метода наименьших квадратов.
- Анализ доверительных интервалов при оценке параметров и проверка гипотез о их значимости (t-тест).
- Проверка адекватности регрессии (F-тест).
- Построение прогнозов с использованием моделей МНК и оценка их точности.
- Анализ доверительного интервала для прогнозных значений.
- Анализ зависимости точности от горизонта прогноза.

2. Задания реконструктивного уровня

В качестве заданий реконструктивного уровня предполагаются задания лабораторного практикума.

Семестр 2, модуль 3

Лабораторная работа № 1. Численная аппроксимация основных функций, используемых в математическом моделировании в экономике.

Задание:

1. Реализовать численную аппроксимацию функции Кобба-Дугласа.
2. Реализовать численную аппроксимацию CES-функцию.

Лабораторная работа № 2. Численная реализация нелинейной аппроксимации в математических моделях. Численная интерполяция сплайнами основных функций, используемых в математическом моделировании в экономике.

Задание:

1. Реализовать численную интерполяцию сплайнами функции Кобба-Дугласа.
2. Реализовать численную интерполяцию сплайнами CES-функции.

Лабораторная работа № 3. Численное дифференцирование при построении математических моделей. Численное интегрирование при построении математических моделей.

Задание:

1. Численная реализация конечно-разностного дифференцирования с помощью интерполяционного многочлена Ньютона.
2. Построение экономической модели Курно на основе конечно-разностной аппроксимации.
3. Численная реализация метода Рунге-Ромберга.
4. Применить регуляризацию дифференцирования в моделях Курно.
5. Применить численные методы интегрирования в финансовых моделях.
6. Численно реализовать квадратурные формулы средних (прямоугольников), трапеций, Симпсона, квадратурных формул наивысшей точности.
7. Численно реализовать вычисления интегралов с переменным верхним пределом и кратных интегралов.

Лабораторная работа № 4. Численные методы линейной алгебры при построении математических моделей.

Задание:

1. Численно реализовать методы линейной алгебры при построении математических моделей.
2. Применить метод исключения Гаусса при решении задач.
3. Численно реализовать метод прогонки и квадратного корня при моделировании.
4. Численно реализовать метод регуляризации задач линейной алгебры при решении задач.
5. Численно реализовать метод простых итераций Зейделя.
6. Численно реализовать метод поиска собственных значений и собственных векторов в моделях: степенной метод, обратные итерации со сдвигом.
7. Численно реализовать метод обратных итерации, отражений и вращений.
8. Численно реализовать процесс ортогонализации Грама-Шмидта.

Лабораторная работа № 5. Методы оптимизации.

Задание:

1. Численная реализация методов золотого сечения и парабол при решении задач оптимизации.
2. Минимум функции многих переменных: классификация рельефа.
3. Численная реализация методов поиска минимума функций многих переменных.
4. Построение классификации рельефа при решении задач оптимизации.
5. Численная реализация методов спуска при решении задач оптимизации.
6. Анализ выбора шага и направления.
7. Численная реализация метода покоординатного спуска.
8. Численная реализация метода градиентного спуска.
9. Применение метода изменения масштабов.
10. Численная реализация метода сопряженных направлений.
11. Анализ минимумов в ограниченной области.
12. Численная реализация метода штрафных функций.
13. Численная реализация методов поиска минимумов функционала.
14. Численная реализация методов пробных функций.
15. Численная реализация метода Рунге, сеточного метода, метода Галеркина, метода конечных элементов.

Лабораторная работа № 6. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ.

Задание:

1. Численная реализация задач нахождения наилучшего среднееквadrатичного приближения и ее регуляризация.
2. Построение моделей на основе метода наименьших квадратов.
3. Решение задачи оценивания параметров регрессии.
4. Анализ свойств оценок параметров, полученных МНК.
5. Анализ доверительных интервалов при оценке параметров и проверка гипотез о их значимости (t-тест).
6. Проверка адекватности регрессии (F-тест).
7. Построение прогнозов с использованием моделей МНК и оценка их точности.
8. Анализ доверительного интервала для прогнозных значений.
9. Анализ зависимости точности от горизонта прогноза.

3. Методические указания и шкала оценок.

Порядок выполнения лабораторной работы заключается в следующем:

- Ознакомиться с разделами методических указаний к лабораторной работе.
- Выполнить задания по лабораторной работе.
- Составить отчёт.

Отчёт должен содержать следующие элементы:

- Титульный лист
- Формулировка задания
- Описание выполняемых в соответствии с заданием действий, подтвержденных скриншотами.
- Выводы по проделанной работе.

Критерии оценки выполнения заданий по лабораторным работам

Оценивается полнота выполнения работы, полнота ответов на контрольные вопросы, если это предусмотрено заданием.

Семестр 2, модуль 4

Темы и содержание лабораторных работ

Лабораторная работа № 1. Реализация метода наименьших квадратов в Sage.

Написать свою реализацию приближения функции $y=f(x)$, заданной таблицей, многочленом заданной степени по МНК в виде функции для Sage. Вход: таблица значений функции (список) и степень многочлена. Выход: многочлен.

Лабораторная работа № 2. Численное и аналитическое исследование моделей популяционной динамики, основанных на логистическом уравнении.

Для логистического уравнения с заданным начальным условием

- 1.) найдите в Sage элементарное выражение для решения, постройте график решения
- 2.) постройте график решения, используя метод конечных разностей.
- 3.) постройте график суммы первых 100 членов степенного ряда для решения этой. Сравните его с полученными ранее. При каких значениях t можно использовать этот ряд?

Лабораторная работа № 3. Падение тела в среде с сопротивлением

Малое по размерам тело массой 100 г. падает вертикально вниз без начальной скорости. Рассмотрите три модели, описывающие падение тела (сопротивления нет, сопротивление среды пропорционально скорости и сопротивление пропорционально квадрату скорости). В рамках каждой из моделей (взяв коэффициент пропорциональности равным 0.1)

- 1.) найдите в Sage элементарное выражение для решения, постройте график решения
- 2.) постройте график решения, используя метод конечных разностей.
- 3.) постройте график суммы первых 100 членов степенного ряда для решения этой. Сравните его с полученными ранее. При каких значениях t можно использовать этот ряд?

Лабораторная работа № 4. Вынужденные колебания маятника, явление резонанса.

В рамках линейной модели

- 1.) найдите в Sage элементарное выражение для решения, постройте график решения
- 2.) постройте график решения, используя метод конечных разностей.
- 3.) постройте график суммы первых 100 членов степенного ряда для решения этой. Сравните его с полученными ранее. При каких значениях t можно использовать этот ряд?

Лабораторная работа № 5. Колебания двух связанных маятников. Биение.

В рамках линейной модели

- 1.) найдите в Sage элементарное выражение для решения, постройте график решения
- 2.) постройте график решения, используя метод конечных разностей.
- 3.) постройте график суммы первых 100 членов степенного ряда для решения этой. Сравните его с полученными ранее. При каких значениях t можно использовать этот ряд?

Лабораторная работа № 6. Задача двух тел.

В рамках модели Кеплера

- 1.) найдите в Sage элементарное выражение для решения, постройте график решения
- 2.) постройте график решения, используя метод конечных разностей.

3.) постройте график суммы первых 100 членов степенного ряда для решения этой. Сравните его с полученными ранее. При каких значениях t можно использовать этот ряд?

Лабораторная работа № 7. Система хищник-жертва.

В рамках модели

- 1.) найдите в Sage элементарное выражение для решения, постройте график решения
- 2.) постройте график решения, используя метод конечных разностей.
- 3.) постройте график суммы первых 100 членов степенного ряда для решения этой. Сравните его с полученными ранее. При каких значениях t можно использовать этот ряд?

Лабораторная работа № 8. Исследование возбуждения струны по методу Фурье.

Написать свою реализацию решения начальной краевой задачи по методу Фурье в виде функции для Sage. Вход: начальный профиль струны и профиль скоростей, число N . Выход: сумма первых N членов для решения в виде символического выражения.

Лабораторная работа № 9. Исследование возбуждения струны по методу Даламбера.

Написать свою реализацию решения начальной краевой задачи по методу Фурье в виде функции для Sage. Вход: начальный профиль струны и профиль скоростей. Выход: символическое выражение для решения

Лабораторная работа № 10. Спектральный анализ звукозаписи.

Задана звукозапись. Провести анализ мелодического диапазона в СПО.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

При создании фонда оценочных средств были приняты во внимание следующие условия:

- дидактико-диалектическая взаимосвязь между результатами образования и компетенциями;
- при оценивании уровня сформированности компетенций студентов созданы условия максимального приближения к будущей профессиональной практике;
- кроме преподавателей конкретной дисциплины, в качестве внешних экспертов могут активно использоваться работодатели, обучающиеся выпускных курсов, преподаватели смежных дисциплин и др.;
- помимо индивидуальных оценок используются групповые оценки и взаимно-оценки: рецензирование обучающимися практических и творческих работ друг друга;
- оппонирование студентами практических и творческих работ и др.;
- экспертные оценки группами из студентов, преподавателей и работодателей и др.

Объектами оценивания при текущем контроле выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты практических и домашних работ.

Для текущего контроля усвоения учебного материала данной учебной дисциплины предусмотрены:

- текущий контроль знаний на практических занятиях;
- контроль выполнения индивидуальных задач на практических занятиях;
- контроль выполнения домашних индивидуальных задач;
- текущий контроль посещаемости занятий.

Текущий контроль осуществляется преподавателем, ведущим занятия в учебных группах.

Зачет проводится в форме теста в ТУИС. Преподавателю предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы в объеме содержания дисциплины. Оценка знаний студента на зачете носит комплексный характер и выставляется по результату оценки ответа на зачете и результату текущей успеваемости в период модуля.