

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (НПИ) ИМЕНИ М.И. ПЛАТОВА

УТВЕРЖДЕНО:

на заседании кафедры
«Прикладная математика»
протокол № 5 от «19» 12 2024 г.

И.о. заведующего кафедрой «При-
кладная математика», д.т.н.


_____ Д.Н. Шурыгин

ПРОГРАММА
вступительного экзамена в магистратуру
по направлению
01.04.04 Прикладная математика

Новочеркасск 2024 г.

1. Математическое моделирование

Основные понятия и определения. Виды моделирования. Три этапа развития математического моделирования. Интеллектуальное ядро: модель-алгоритм-программа. Значение математического моделирования в современном обществе. Объект (оригинал). Модель. Моделирование. Критерий подобию. Математическая модель. Адекватность. Математические объекты.

Этапы математического моделирования. Постановка проблемы. Расчетные схемы (физические модели, концептуальные модели). Построение (выбор) математических моделей. Выбор численного метода. Дискретные модели. Алгоритмизация. Программирование. Решение тестовых задач. Оценка точности результатов моделирования. Корректировка моделей. Анализ и интерпретация результатов. Примеры.

Математические модели. Структура. Свойства. Требования. Классификация. Способы построения (теоретический и экспериментальный). Иерархия моделей. Принципы соответствия. Преобразования моделей. Существование и единственность решений. Устойчивость.

Методы моделирования. Построение дискретных моделей. Метод конечных разностей и метод конечных элементов. Проекционно-сеточные и вариационно-сеточные методы. Комбинированные методы. Методы Монте-Карло.

Алгоритмизация. Требования к алгоритмам. Разработка моделирующих алгоритмов. Прямые и итерационные алгоритмы. Алгоритмы векторно-конвейерных вычислений. Распараллеливание матричных вычислений.

Вычислительный эксперимент. Инструментальные средства и языки моделирования. Вычислительный эксперимент. Понятия и определения, используемые в теории планирования эксперимента. Принципы планирования эксперимента. Наглядное представление результатов моделирования. Документальное оформление результатов. Анализ и интерпретация результатов моделирования. Оценка точности результатов моделирования.

2. Вычислительная математика и численные методы

Погрешности вычислений. Представление чисел в компьютерах. Относительная и абсолютная погрешности. Оценка погрешностей округлений. Погрешность функций. Понятие о прямых и итерационных методах вычислений.

Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Разложение матриц систем уравнений. Метод Холесского. Элементы теории возмущений.

Приближение функций и производных. Интерполяция, аппроксимация, экстраполяция. Приближение полиномами. Метод наименьших квадратов. Полиномы наилучшего равномерного приближения. Численное дифференцирование. Погрешность приближения.

Решение нелинейных уравнений. Аналитический и графический методы отделения корней уравнения. Уточнение корней уравнения. Метод половинного деления. Метод простой итерации. Метод хорд и касательных. Метод секущих. Канонический вид итерационного метода.

Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Канонический вид итерационного метода решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы Якоби и Зейделя. Необходимые и достаточные условия сходимости. Оценка скорости сходимости и погрешности решения. Итерационные методы вариационного типа.

Итерационные методы для систем нелинейных уравнений. Канонический вид итерационного метода решения систем нелинейных уравнений. Методы Якоби и Зейделя. Необходимые и достаточные условия сходимости. Методы релаксации, Пикара, Ньютона.

Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы (прямоугольников, трапеций, парабол). Квадратурные формулы интерполяционного типа. Метод неопределённых коэффициентов. Оценка погрешности интегрирования. Квадратуры Ньютона-Котеса. Устойчивость. Квадратурных формул. Квадратуры Гаусса. Квадратура Эрмита. Интегрирование быстро осциллирующих функций.

Численные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Методы Рунге-Кутты. Метод прогноза и коррекции.

Разностные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Постановка разностной задачи. Сетки и сеточные функции. Аппроксимация дифференциальной задачи разностной задачей. Погрешность аппроксимации разностной схемы, устойчивость и сходимость разностных схем. Методы прогонки решения разностных задач.

Метод конечных разностей численного решения задач математической физики. Построение разностных схем: метод разностной аппроксимации; интегро – интерполяционный метод; метод контрольного объёма; аппроксимация граничных условий. Устойчивость и сходимость. Явные и неявные разностные схемы. Разностные схемы для уравнений параболического и эллиптического типов. Прямые и итерационные методы решения сеточных уравнений.

3. Информатика

Представление информации в ЭВМ. Системы счисления. Алгоритмы. Свойства алгоритмов. Описание алгоритмов с помощью блок-схем. Основные алгоритмические структуры. Методы разработки алгоритмов.

Разработка алгоритмов и программ для решения прикладных задач на ЭВМ. Классификация языков программирования высокого уровня.

Методологии программирования. Современные методологии разработки программ для ЭВМ. Жизненный цикл программного обеспечения. Процедурное и модульное программирование. Основные концепции объектно-ориентированного программирования.

Язык программирования Паскаль. Принципы разработки программ на языке Паскаль. Классификация типов данных. Применение массивов и записей для решения задач обработки информации. Операторы, организующие управление вычислительным процессом. Разработка и использование подпрограмм в языке программирования Паскаль. Использование файлов для хранения данных.

Платформа Microsoft .NET – назначение и основные возможности. Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio. Язык программирования C#. Типы данных, особенности организации работы с данными. Операторы, организующие управление вычислительным процессом. Разработка консольных приложений на языке программирования C#. Разработка приложений с графическим интерфейсом пользователя на языке программирования C#.

Программирование на языке Python. Назначение и основные возможности. Принципы построения программ на языке Python. Числовые типы данных и операции над числовыми данными. Строковый тип и операции над строковыми данными. Списки, методы списков. Операторы, организующие управление вычислительным процессом. Модуль `array`, использование массивов. Модуль `numpy`, обработка массивов данных. Использование файлов для хранения данных.

Литература

1. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования: учебник для вузов / 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 403 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/568214>
2. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 244 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/393023>
3. Горлач Б.А., Шахов В.Г. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 292 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/305219>
4. Балабан А.Л., Юфанова Ю.В. Математическое моделирование: учебно-методическое пособие к лекционным и практическим занятиям. - Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2024. - 104 с.
5. Демидович Б.П., Моденов В.П. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 280 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/195426>

6. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс]: – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 400 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210437>

7. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс]: – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 672 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210674>

8. Слабнов В.Д. Численные методы [Электронный ресурс]: учебник для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 392 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/359849>

9. Нагаева И.А., Кузнецов И.А. Основы математического моделирования и численные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 204 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/362324>

10. Денисов П.А. Вычислительная математика и численные методы: учебно-методическое пособие к лекционным занятиям. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2023. - 135 с.

11. Русина Л.Г. Вычислительная математика. Численные методы интегрирования и решения дифференциальных уравнений и систем [Электронный ресурс]: – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 168 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/195521>

12. Шевцов Г.С., Крюкова О.Г., Мызникова Б.И. Численные методы линейной алгебры [Электронный ресурс]: Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 496 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210647>.

13. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс]: – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 448 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/212063>

14. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс]: – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 608 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210302>

15. Прокин А.А., Харитонов В.И. Основы алгоритмизации и программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева, 2023. - 164 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/397916>

16. Федоров В.Б., Сенявин М.М. Основы алгоритмизации и программирования. Часть 1 [Электронный ресурс]: Москва: РТУ МИРЭА, 2022. - 203 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/311198>

17. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 348 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/360428>

18. Лозовский В.В., Морозов В.А., Гололобов А.А. Объектно-ориентированное программирование [Электронный ресурс]: – Москва: РТУ МИРЭА, 2024. – 107 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/405227>

19. Сергеева О.А. Программирование на Python [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. – Кемерово: КемГУ, 2024. – 157 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/420758>

20. Никитина Т.П., Королев Л.В. Программирование. Основы Python для инженеров [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 156 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/302720>

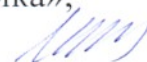
21. Барков И.А. Объектно-ориентированное программирование [Электронный ресурс]: учебник для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 700 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/329549>

22. Туганбаев А.А. Системы линейных уравнений и линейное программирование [Электронный ресурс]: учебник для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 244 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/380684>

23. Саблина Г.В., Ядрышников О.Д. Программирование. Язык СИ [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2023. – 134 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/404243>

Программу составили:

и.о. заведующий кафедрой «Прикладная математика»,
д.т.н.



Д.Н. Шурыгин

профессор кафедры «Прикладная математика»,
д.ф.-м.н., профессор



А.Э. Пасенчук