



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Пензенский государственный технологический университет"  
(ПензГТУ)

**УТВЕРЖДАЮ**

Врио ректора

Д.В. Пашенко



**ПРОГРАММА**

**ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ НА ПРОГРАММУ  
ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
В АСПИРАНТУРЕ**

**по специальной дисциплине**

**«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**


(направление подготовки

09.06.01 – Информатика и вычислительная техника)

Программа составлена на основе Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам магистратуры

Программа вступительного экзамена рассмотрена на заседании кафедры «Вычислительные машины и системы»

« 18 » сентября 2019 г., протокол № 368

И.о. зав. кафедрой ВМиС  А.И. Мартышкин

Согласовано

Заведующая аспирантурой



Е.А. Колобова

## Введение

Настоящая программа базируется на дисциплинах, изучаемых в высшем профессиональном образовании: высшая математика, информатика; программирование на языке высокого уровня; вычислительная математика; базы данных; компьютерная графика; структуры и алгоритмы обработки данных; объектно-ориентированное программирование.

### 1 ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Булева алгебра и ее роль в создании языков манипулирования данными. Программное обеспечение по назначению: основные классы, описание и представители современного уровня. Трансформация методов программирования: двоичные коды, 16-ричные машинные коды, мнемокоды, Ассемблер, языки высокого уровня, программные среды визуального программирования. Организация подпрограмм. Прототипы функций. Передача в функцию массивов, структур и других данных. Возвращение в программу массивов, структур и данных других типов. Организация пользовательских функций. Предварительная инициализация параметров функции. Функции с переменным числом параметров. Передача параметров в функцию `main( )`. Указатели на функцию. Организация работы с динамической памятью. Выделение памяти, освобождение памяти. Работа с указателями. Адресная арифметика. Классы. Конструкторы, деструкторы. Разделение доступа к членам класса. Перегрузка операций. Переопределение ввода-вывода в C++. Шаблоны функций и шаблоны классов. Развитие языков высокого уровня – C#, Java. Разработка программ для мобильных приложений.

Объектно-ориентированное программирование. Основные парадигмы программирования. Примеры на C++, VBA. Контрактная модель в программировании. Пред- и постусловия. Особенности формулировки постусловий для недерминированных систем. Сущность класс. Отношения между класса-

ми. Реализация на языках программирования. Объект. Отношения между объектами. Реализация на языках программирования. Единичный и множественный полиморфизм. Инкапсуляция и наследование.

## **2 МАТЕМАТИКА**

Понятие предела последовательности, функции. Асимптоты функций, пределы интегральных сумм. Применение пределов для определения сходимости числовых рядов. Производная функция. Дифференциал. Геометрический смысл. Частные производные. Градиент функции. Применение производной для исследования поведения графика функций одной или нескольких переменных, для разложения функций в ряд Тейлора, для определения кривизны и кручения кривой. Первообразная функция. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница. Криволинейные и кратные интегралы. Обыкновенные дифференциальные уравнения и методы их решения.

Понятие пространства. Линейное пространство. Примеры пространств и их свойства. Понятие матрицы. Виды матриц. Свойства матриц. Операции над матрицами. Реализация операций с матрицами в программных продуктах. Многочлены. Свойства многочленов. Основная теорема алгебры. Разложение многочленов на простые множители. Теория графов. Бинарные деревья. Построение дерева. Поиск по дереву. Удаление элементов.

## **3 ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Методология системной организации математического моделирования. Объект исследования и математического моделирования. Элементы теории функций и функционального анализа. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Линейные непрерывные

функционалы. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы. Экстремальные задачи. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Задачи на минимакс. Математическая статистика. Случайные величины и векторы. Элементы теории случайных процессов. Основные понятия корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализов. Моделирование на основе применения случайных величин, случайных функций и их характеристик: математического ожидания, дисперсии, корреляционной функции и спектральных плотностей. Математическое моделирование как метод описания и исследования сложных систем. Классы математических моделей. Требования к моделям. Методы математического моделирования непрерывных и дискретных систем.

#### **4 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Численные методы и их значение в компьютерных исследованиях. Типы ошибок, Проблема сходимости. Погрешность численного решения задачи. Решение линейных алгебраических уравнений. Прямые и итерационные методы. Понятия аппроксимации, устойчивости и сходимости. Задача интерполяции, интерполяция полиномами.

Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений. Численное интегрирование. Методы численного интегрирования (прямоугольников, трапеций, Симпсона, Гаусса, стат. испытаний). Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Одношаговые и многошаговые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения экстремальных задач. Численные методы структурно-параметрического синтеза математических моделей по экспериментальным данным. Разностные методы решения уравнений математической физики. Явные и неявные схемы. Основные понятия (аппроксимация, сходимость, устойчивость). Теория устойчивости разностных схем.

Численные методы решения системы линейных алгебраических уравнений и нелинейных систем уравнений. Прямые и итерационные методы. Интерполирование функций многочленами Ньютона, Лагранжа. Методом наименьших квадратов и его применение. Численное интегрирование и дифференцирование. Пример. Численное дифференцирование. Пример. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Пример.

## **5 КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Задача проектирования программных систем; организация процесса проектирования программного обеспечения (ПО). Использование декомпозиции и абстракции при проектировании ПО, декомпозиция системы. Методы проектирования структуры ПО; методология объектно-ориентированного программирования. Технологические средства разработки программного обеспечения: инструментальная среда разработки, средства поддержки проекта, отладчики; методы отладки и тестирования программ. Документирование и оценка качества программных продуктов; методы защиты программ и данных; проектирование интерфейса с пользователем; Структуры диалога, поддержка пользователя, многооконные интерфейсы, примеры реализации интерфейсов с пользователем с использованием графических пакетов.

Имитационное моделирование. Метод статистического моделирования (Метод Монте-Карло): Марковский процесс, языки имитационного моделирования. Система имитационного моделирования GPSS.

Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Планирование компьютерного эксперимента. Эксперимент и наблюдение как средства построения и уточнения модели исследуемого

объекта или явления. Применение математических моделей в вычислительных экспериментах.

Этапы вычислительного эксперимента. Построение математической, алгоритмической и программной модели исследуемой системы. Модель, алгоритм, программа. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня.

Понятие о пакетах прикладных программ и программных системах, применяемых в математике, вычислительном эксперименте, численном и имитационном моделировании. Пакеты прикладных программ.

Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

Математические модели в научных исследованиях. Математическое моделирование в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

Разработка систем компьютерного и имитационного моделирования. Локальные вычислительные сети и лабораторные вычислительные комплексы. Комплексы программ.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Буренок В.М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем / РАН: В.М. Буренок, В.Г. Найденов, В.И. Поляков; редкол. Серии: В.В. Панов (пред.) и др. М.: Машиностроение, 2011. 336 с.: ил. (Справ. Б-ка разработчика-исследователя). / ЭБС «Лань» [URL: <http://e.lanbook.com/view/book/3310/>].

2. Колбин В.В. Математические методы коллективного принятия решений: учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2015. – 256 с. – (Учебники для

вузов. Специальная литература). / ЭБС «Лань» [URL: <http://e.lanbook.com/view/book/60041/>].

3. Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства: учебное пособие. – 2-е изд., стер. – СПб.: Изд-во «Лань», 2013. – 224 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). / ЭБС «Лань» [URL: <http://e.lanbook.com/view/book/30202/>].

4. Юдович В.И. Математические модели естественных наук. СПб.: Издательство: "Лань", 2011 - 336 с <http://e.lanbook.com/view/book/689/>

5. Жаков К.Ф. Гипотеза, её природа и роль в науке и в философии. - СПб.: Изд-во: "Лань", 2013. - 78 с <http://e.lanbook.com/view/book/44033/>

6. Колокольцов В.Н., Малафеев О.А. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех): учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 624 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). / ЭБС «Лань» [URL: <http://e.lanbook.com/view/book/3551/>].

7. Шевцов Г.С., Крюкова О.Г., Мызникова Б.И. Численные методы линейной алгебры: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 496 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). / ЭБС «Лань» [URL: <http://e.lanbook.com/view/book/1800/>].

8. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2013. – 192 с. / ЭБС «Лань» [URL: <http://e.lanbook.com/view/book/4862/>].

9. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов. 1-е изд. Издательство: Лань. 2013. – 192 с. ISBN 978-5-8114-1424-6. [Электронный ресурс]:- Режим доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4862](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4862).

10. Абдрахманов В.Г. Рабчук А.В. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания. Лань. ISBN: 978-5-8114-1630-1. 2014. 112 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=45675](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45675).



11. Королёв А.Л. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 296 с.
12. Афонин В.В., Федосин С.А. Моделирование систем.: Учебно-практическое пособие. – М.: Интернет-Университет Информационных технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 231 с.
13. Потапов Л.А., Бутарёв И.Ю. Моделирование электромеханических устройств.: учебное пособие. – Брянск.: БГТУ, 2011. – 112 с.
14. Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Математическое моделирование и обработка информации в АСУ: монография. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012. – 380 с.
- 15.7.7. Прошин Д.И. Управление образовательным процессом по вектору знаний: монография. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012. – 411с.

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.uproizvod.ru>
2. <http://www.metrob.ru>
3. <http://www.iteam.ru>
4. <http://quality.eup.ru/>
5. <http://ria-stk.ru/>
6. Российская Государственная библиотека URL:<http://www.rsl.ru/>.
7. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://www.gpntb.ru/>.
9. Public.Ru - публичная интернет-библиотека [URL:http://www.public.ru/](http://www.public.ru/).
10. Lib.students.ru - Студенческая библиотека lib.students.ru URL: <http://www.lib.students>.
11. Научная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Университета URL: <http://www.lib.pu.ru/>.
12. Научная электронная библиотека <http://www.eLIBRARY.ru/>.

13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://www.gost.ru/>
14. Черемных С.В. и др. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии [Электронный ресурс]. URL: [www.twirpx.com/https://docs.google.com/file/d/.../edit?usp=sharing](http://www.twirpx.com/https://docs.google.com/file/d/.../edit?usp=sharing) (дата обращения 28.08.2019).
15. Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум [Электронный ресурс]. URL: [www.studfiles.ru](http://www.studfiles.ru) (дата обращения 28.08.2019).
16. Введение в системный анализ и моделирование [Электронный ресурс]. URL: [dit.isuct.ru/ivt/books/IS/IS5/glava4.htm](http://dit.isuct.ru/ivt/books/IS/IS5/glava4.htm) (дата обращения 28.08.2019).
17. Дударенко С.А. Математические основы теории систем [Электронный ресурс]. URL: [books.ifmo.ru/file/pdf/1479.pdf](http://books.ifmo.ru/file/pdf/1479.pdf) (дата обращения 28.08.2019).
18. Лекции по моделированию систем [Электронный ресурс]. URL: [www.studfiles.ru](http://www.studfiles.ru) (дата обращения 28.08.2019).

## Критерии оценки знаний претендентов при поступлении в аспирантуру

Оценка ответов претендентов в аспирантуру производится по пяти бальной шкале и выставляется оценка согласно критериям, приведенным в таблице.

Критерии оценки ответов претендентов при поступлении в аспирантуру

Таблица

Оценка	Критерии
Отлично	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полно раскрыто содержание материала в объёме программы вступительного экзамена в аспирантуру.</li> <li>2. Чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание материала.</li> <li>3. Доказательства проведены на основе математических и логических выкладок.</li> <li>4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.</li> <li>5. Сформированы навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>
Хорошо	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Раскрыто основное содержание материала в объёме программы вступительного экзамена в аспирантуру.</li> <li>2. В основном правильно даны определения, понятия.</li> <li>4. Материал изложен неполно, при ответе допущены неточности, нарушена последовательность изложения. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.</li> <li>5. Практические навыки нетвёрдые</li> </ol>
Удовлетворительно	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоено основное содержание материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно.</li> <li>2. Определения и понятия даны не чётко.</li> <li>3. Допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах.</li> <li>5. Практические навыки слабые.</li> </ol>
Неудовлетворительно	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основное содержание учебного материала не раскрыто.</li> <li>2. Не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя.</li> <li>3. Допущены грубые ошибки в определениях, доказательства теорем не проведено.</li> <li>4. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>

## ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ

1. Основные этапы программирования
2. Булева алгебра и ее роль в создании языков манипулирования данными
3. Программное обеспечение по назначению: основные классы, описание и представители современного уровня.
4. Организация подпрограмм. Прототипы функций. Передача в функцию массивов, структур и других данных. Возвращение в программу массивов, структур и данных других типов.
5. Трансформация методов программирования: двоичные коды, 16-ричные машинные коды, мнемокоды, Ассемблер, языки высокого уровня, программные среды визуального программирования.
6. Реляционные операции. Примеры использования.
7. Сортировка массивов. Простые методы: сортировка вставками, выбором, обменом.
8. Теория графов. Бинарные деревья. Построение дерева. Поиск по дереву. Удаление элементов.
9. Понятие компьютерной памяти, виды памяти ПЗУ, ОЗУ, FLASH, САСН-память
10. Память на жестких дисках. Носители, организация, методы кодирования. FLASH-память.
11. Понятие предела последовательности, функции. Асимптоты функций, пределы интегральных сумм. Применение пределов для определения сходимости числовых рядов.
12. Производная функция и ее свойства. Геометрический смысл. Частные производные. Градиент функции. Применение производных в решении задач.
17. Применение производной для исследования поведения графика функций одной или нескольких переменных, для разложения функций в ряд Тейлора, для определения кривизны и экстремумов.
18. Первообразная функция. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница. Криволинейные и кратные интегралы.
19. Числовой ряд, частичные суммы. Функциональный ряд. Степенные и

тригонометрические ряды. Интегрирование и дифференцирование рядов.  
Признаки сходимости числовых рядов.

20. Обыкновенные дифференциальные уравнения и методы их решения.

21. Понятие пространства. Линейное пространство. Примеры пространств и их свойства.

22. Понятие матрицы. Виды матриц. Свойства матриц. Операции над матрицами. Реализация операций с матрицами в программных продуктах.

23. Многочлены. Свойства многочленов. Основная теорема алгебры. Разложение многочленов на простые множители.

24. Событие. Виды событий. Понятие вероятности события.

25. Численные методы решения системы линейных алгебраических уравнений и нелинейных систем уравнений. Прямые и итерационные методы.

26. Численное интегрирование и дифференцирование. Пример.

27. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Пример.

28. Численное решение дифференциальных уравнений математической физики.

29. Классификация моделей и виды моделирования.

30. Этапы математического моделирования, принципы построения и основные требования к математическим моделям систем.

31. Логическая структура моделей и общая схема разработки математических моделей.

32. Формализация процесса функционирования системы. Формы представления математических моделей.

33. Построение моделирующих алгоритмов, формализация и алгоритмизация процессов.

34. Имитационные модели и статистическое моделирование на ЭВМ.

35. Цели и задачи исследования математических моделей систем, оценка точности и достоверности результатов моделирования.

36. Численные методы и их значение в компьютерных исследованиях.

37. Типы ошибок, Проблема сходимости. Погрешность численного решения задачи.

38. Решение линейных алгебраических уравнений. Прямые и итерационные

методы.

39. Понятия аппроксимации, устойчивости и сходимости.

40. Задача интерполяции, интерполяция полиномами.

41. Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений.

42. Численное интегрирование. Методы численного интегрирования

43. Численные методы решения экстремальных задач.

44. Интерполирование функций многочленами Ньютона, Лагранжа.

45. Метод наименьших квадратов и его применение.

46. Этапы вычислительного эксперимента.

47. Построение математической, алгоритмической и программной модели исследуемой системы. Модель, алгоритм, программа.

48. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня.

49. Понятие о пакетах прикладных программ и программных системах, применяемых в математике, вычислительном эксперименте, численном и имитационном моделировании.

50. Пакеты прикладных программ.