

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего**  
**образования**  
**"Казанский (Приволжский) федеральный университет"**

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –  
проректор по научной деятельности

Д.А. Таюрский

« 30 \_\_\_\_\_ 2023 г.



**Программа вступительного испытания по специальности**

**Уровень высшего образования:** подготовка кадров высшей квалификации

**Тип образовательной программы:** программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

**Научная специальность:** 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

**Форма обучения:** очная

### **Общие указания**

Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей предназначена для лиц, желающим проходить обучение в Федеральном государственном автономном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

В программу описываются порядок проведения вступительного испытания, критерии оценивания, приведен список вопросов программы, описано учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы.

### **Порядок проведения вступительных испытаний**

Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. В каждом экзаменационном билете по 2 вопроса. Экзамен проходит в письменной форме. Подготовка к ответу составляет 1 час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются от 0 до 100 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

### **Критерии оценивания**

Оценка поступающему за письменную работу выставляется в соответствии со следующими критериями.

#### **Отлично (80-100 баллов)**

Оценка «отлично» ставится за демонстрацию глубокого и всестороннего знания материала по вопросам билета, умение демонстрировать применение теоретических положений на практических примерах, умение писать программные коды на современных языках программирования.

Ответ абитуриента должен содержать:

- определения всех необходимых терминов;
- все необходимые теоретические положения и/или теоремы;
- демонстрация приведенных определений и теоретических положений на примере;
- правильность приведенного программного кода и наличие корректных комментариев к нему.

#### **Хорошо (60-79 баллов)**

Оценка «хорошо» ставится за хорошие знания по указанным в билете вопросам, умение применять теоретические положения на практических примерах и умение писать программные коды на современных языках программирования. Ответ допускает незначительные ошибки и неточности.

Ответ абитуриента должен содержать:

- определения всех необходимых терминов;
- указание практически всех необходимых теоретических положений и/или теоремы, предусмотренных вопросом;
- демонстрация приведенных определений и теоретических положений на примере;
- незначительные ошибки в приведенном программном коде, наличие в основном корректных комментариев к программному коду.

#### **Удовлетворительно (40-59 баллов)**

Оценка «удовлетворительно» ставится за знания основ по дисциплинам программы вступительных испытаний, необходимых для дальнейшей учебы. Ответ может содержать ошибки, неполное перечисление необходимых положений, но принципиальная схема ответа и взаимодействие основных понятий и алгоритмов указаны верно.

Ответ абитуриента должен содержать:

- определения всех необходимых терминов;

- неполный набор необходимых теоретических положений и/или теорем, предусмотренных вопросом;
- демонстрация приведенных определений и теоретических положений на примере с незначительными ошибками;
- наличие ошибок в приведенном программном коде, наличие некорректных комментариев к программному коду.

#### **Неудовлетворительно (менее 40 баллов)**

Оценка «неудовлетворительно» ставится при наличии в ответе значительных пробелов, несистемного изложения материала, при наличии большого количества ошибок и неточностей, отсутствии демонстрирующих примеров и фрагментов программных кодов.

Ответ абитуриента должен содержать:

- неполный список необходимых терминов, предусмотренных вопросом;
- неполный набор необходимых теоретических положений и/или теорем, предусмотренных вопросом, а также наличие существенных ошибок в их описании;
- отсутствие демонстрации приведенных определений и теоретических положений на примере или приведение примера с существенными ошибками;
- отсутствие программного кода или наличие существенных ошибок в приведенном программном коде, наличие некорректных комментариев к программному коду или отсутствие комментариев.

## **Вопросы программы вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей**

### **Математический анализ**

Теорема Вейерштрасса о существовании предела у монотонной ограниченной последовательности. Теорема Вейерштрасса о достижимости точных граней непрерывной на отрезке функции. Теорема Больцано-Коши о промежуточных значениях непрерывной на отрезке функции. Теорема о среднем Коши (формула Коши). Определение равномерно непрерывной функции. Теорема Кантора. Правило Лопиталю. Определение интеграла Римана от функции на отрезке. Необходимое условие интегрируемости. Теорема о существовании интеграла от непрерывной на отрезке функции. Теорема о среднем значении для определенного интеграла. Определение числового ряда. Критерий Коши сходимости ряда. Признак сравнения для рядов с неотрицательными членами. Признак Даламбера сходимости числового ряда. Радикальный признак Коши сходимости числового ряда. Ряд Лейбница. Производная по направлению. Определение равномерной сходимости последовательности функций. Критерий равномерной сходимости. Теорема о пределе равномерно сходящейся последовательности непрерывных функций. Определение степенного ряда. Первая теорема Абеля. Определение несобственных интегралов. Критерий Коши сходимости интегралов. Признак сравнения для несобственных интегралов от неотрицательных функций. Определение равномерной сходимости несобственных интегралов, зависящих от параметра. Признак Вейерштрасса. Область определения бета и гамма-функций Эйлера.

### **Алгебра и геометрия**

Совместность систем линейных уравнений. Связь общего решения неоднородной системы с общим решением приведенной системы. Теорема Крамера. Линейная зависимость систем  $n$ -мерных строк (столбцов). Число  $n$ -мерных строк (столбцов) в эквивалентных системах. Конечномерное векторное пространство, база и размерность, матрица перехода от одной базы к другой. Линейные операторы, матрица линейного оператора в данной базе, связь между матрицами линейного оператора в разных базах. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора в разных базах. Евклидово пространство, ортонормированные базы, ортогональность матрицы перехода от одной ортонормированной базы к другой. Ортогональные и симметрические операторы, их матрицы в ортонормированной базе, лемма о характеристических корнях вещественной симметрической матрицы.

### **Дифференциальные уравнения**

Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Особые решения дифференциальных уравнений. Фундаментальная система решений линейного дифференциального уравнения. Метод вариации произвольных постоянных. Краевые задачи. Метод функции Грина. Линейные уравнения с частными производными 1-го порядка.

### **Дискретная математика**

Функции алгебры логики. Реализация функций алгебры логики формулами. Канонические формы представления функций алгебры логики. Полнота и замкнутость систем функций алгебры логики. Критерий функциональной полноты. Проблема построения минимальных дизъюнктивных нормальных форм и подходы к ее решению.

Схемы из функциональных элементов в базисе {И, ИЛИ, НЕ}. Задача построения схем из функциональных элементов и подходы к ее решению. Ограниченно-детерминированные (автоматные) функции. Способы задания ограниченно-детерминированных функций. Вычислимые функции. Машины Тьюринга. Тезис Тьюринга-Черча. Графы. Способы задания графов. Геометрическая реализация графов. Примеры задач из теории графов. Проблематика теории кодирования. Алфавитное кодирование. Проблема однозначности кодирования. Префиксные коды. Коды с минимальной избыточностью. Помехоустойчивое кодирование. Коды Хемминга.

### **Теория вероятностей и математическая статистика**

Эквивалентность аксиом конечной аддитивности и непрерывности аксиоме  $\sigma$ -аддитивности в определении вероятности на булевой алгебре событий. Функция распределения вероятностей и ее свойства. Независимость случайных величин; критерий их независимости. Закон больших чисел Чебышева. Центральная предельная теорема для сумм независимых одинаково распределенных случайных величин. Понятие доверительной области. Доверительный интервал для среднего значения нормального распределения при неизвестной дисперсии. Наиболее мощный критерий проверки простой гипотезы при простой альтернативе: лемма Неймана-Пирсона.

### **Уравнения математической физики**

Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка с частными производными и приведение их к каноническому виду. Вывод уравнения теплопроводности. Задача Коши для уравнения колебаний струны. Формула Даламбера. Решение первой краевой задачи для однородного уравнения колебаний струны методом разделения переменных. Принцип максимума и теорема единственности решения первой краевой задачи для уравнения теплопроводности. Принцип максимума для гармонических функций и следствия из него. Теоремы единственности решения задачи Дирихле и задачи Неймана для уравнения Лапласа.

### **Методы оптимизации**

Постановка задачи линейного программирования. Идея симплексного метода. Алгоритм симплексного метода. Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду. Метод дополнительных переменных и метод искусственных переменных. Постановка задачи выпуклого программирования. Определение и примеры выпуклых множеств и выпуклых функций. Выпуклость и замкнутость Лебегова множества выпуклой функции. Градиентное неравенство для выпуклых функций. Экстремальные свойства выпуклых функций (теорема о глобальном и локальном минимуме). Методы безусловной минимизации выпуклых функций (метод наискорейшего спуска, метод покоординатного спуска, метод Ньютона). Методы решения задачи выпуклого программирования (на выбор, например, метод условного градиента, метод проекции градиента, метод штрафных функций).

### **Теория игр и исследование операций**

Многокритериальная оптимизация. Антагонистические игры. Неантагонистические игры. Кооперативные игры.

### **Численные методы**

Алгебраическое интерполирование. Исследование существования и единственности интерполяционного полинома. Интерполяционный полином Лагранжа. Оценка

остаточного члена. Интерполяционные квадратурные формулы. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Применение метода Гаусса к вычислению определителя и обратной матрицы. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Методы Якоби и Зейделя. Исследование сходимости в случае матриц с диагональным преобладанием. Разностные схемы для уравнения Пуассона. Исследование устойчивости с помощью принципа максимума.

## **Информатика**

Основные понятия процедурного программирования. Пользовательские процедуры как аппарат технологии программирования. Типы данных и их классификация (на примере языков C++/C#/Python). Алгоритмы вычисления логических формул. Алгоритмы поиска в последовательностях. Однопроходные алгоритмы объединения (слияния), пересечения и разности массивов. Алгоритмы сортировки массивов. Реализация операторов и типов данных средствами низкого уровня. Списки, стеки, очереди и их применение. Алгоритм полного перебора на примере задачи о перечислении всех правильных раскрасок графа. Алгоритм перебора с возвратом на примере задачи о перечислении всех правильных раскрасок графа. Обход дерева "в глубину" (с использованием стека) и "в ширину" (с использованием очереди). Алгоритмы обработки арифметических выражений. Определение и реализация основных операций обработки текстов. Нахождение текста результата операции по тексту ее аргументов на примере двух способов вычисления суммы натуральных чисел.

## **Системное и прикладное программное обеспечение**

Назначение, основные функции и структура операционных систем. Назначение, основные функции и структура файловых систем. Назначение и возможности текстовых и гипертекстовых редакторов. Системы управления базами данных и принципы их работы. Программные средства для работы в глобальной компьютерной сети INTERNET.

## **Базы данных**

Типы таблиц. Совместное использование таблиц. Индексы, их построение, хранение и использование. Выборки данных из таблиц. Оператор SELECT. Операции над записями таблиц.

## **Языки программирования и методы трансляции**

Языки, грамматики и их классификация. Примеры контекстно-свободных грамматик. Трансляция арифметических выражений. Классы. Свойства и методы, защита элементов классов. Создание и уничтожение объектов. Управление динамической памятью. Технология создания программ и комплексов. Визуальное программирование. Препроцессор и его основные возможности. Адреса, указатели, ссылки. Адресная арифметика.

**Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы  
вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 2.3.5  
Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и  
компьютерных сетей**

1. Курош, А. Г. Курс высшей алгебры: учебник для вузов / А. Г. Курош. — 23-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-9033-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183725> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ильин, В. А. Линейная алгебра: учебник / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. — 6-е изд., стер. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2020. — 280 с. — ISBN 978-5-9221-0481-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185610> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ильин, В. А. Основы математического анализа: учебник: в 2 частях / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. — 7-е изд., стереот. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2021 — Часть 1 — 2021. — 648 с. — ISBN 978-5-9221-0902-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185611> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Ильин, В. А. Основы математического анализа: учебник: в 2 частях / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. — 5-е изд., стереот. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2022 — Часть II — 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-9221-0537-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/228335> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Ландо, С. К. Введение в дискретную математику: учебное пособие / С. К. Ландо. — Москва: МЦНМО, 2012. — 264 с. — ISBN 978-5-4439-2019-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/56405> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Соболева, Т. С. Дискретная математика. Углубленный курс: учебник / под ред. А. В. Чечкина. - Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2020. - 278 с. - ISBN 978-5-906818-11-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1015049> (дата обращения: 13.09.2023). – Режим доступа: по подписке.
7. Туганбаев, А. А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / А. А. Туганбаев, В. Г. Крупин. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1079-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210536> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Свешников, А. А. Прикладные методы теории вероятностей: учебник / А. А. Свешников. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1219-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210821> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Сухарев, А. Г. Курс методов оптимизации: учебное пособие / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 2-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 384 с. — ISBN 978-5-9221-0559-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2330> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Игошин, В. И. Математическая логика: учебное пособие / В.И. Игошин. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 398 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011691-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1842223> (дата обращения: 13.09.2023). – Режим доступа: по подписке.

11. Бахвалов, Н. С. Численные методы: учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 636 с. — ISBN 978-5-00101-836-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126099> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры: монография / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. — 2-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 320 с. — ISBN 5-9221-0120-X. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59285> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
13. Болотский, А. В. Математическое программирование и теория игр: учебное пособие для вузов / А. В. Болотский. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 116 с. — ISBN 978-5-507-44192-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217433> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
14. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2000. — 400 с. — ISBN 5-9221-0011-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2363> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
15. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона: учебное пособие / Н. Вирт. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 272 с. — ISBN 978-5-94074-584-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1261> (дата обращения: 13.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
16. Стивен Прата. Язык программирования C++. Лекции и упражнения: Пер. с англ. — М: ООО «И.Д. Вильямс», 2012. — 1248 с.
17. Хейлсберг А., Торгерсен М., Вилтамут С., Голд П. Язык программирования C#: Пер. с англ. — СПб: «Питер», 2011. — 784 с.
18. Шустова, Л. И. Базы данных: учебник / Л.И. Шустова, О.В. Тараканов. - Москва: ИНФРА-М, 2021. - 304 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/11549. - ISBN 978-5-16-010485-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1362122> (дата обращения: 13.09.2022). - Режим доступа: по подписке.