

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. Таировский

« 26 » ~~декабря~~ 2025 г.

**Программа кандидатского экзамена по научной специальности**  
**2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и**  
**компьютерных сетей**

2025

## **Общие положения**

Программа базовой части кандидатского экзамена по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – Программа), сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам бакалавриата, магистратуры и специалитета (по математике, математическому моделированию, системному анализу и информатике) и приведена ниже.

### **Цель кандидатского экзамена по специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.**

Цель базовой части кандидатского экзамена – проверка освоения аспирантами программы по специальности в рамках подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре КФУ.

### **Основные требования.**

Кандидатский экзамен по специальности состоит из двух частей – базовой и специальной. Настоящая Программа определяет содержание базовой части этого экзамена. Программа специальной части кандидатского экзамена по специальности составляется и утверждается для каждого аспиранта индивидуально. Кандидатский экзамен проводится в письменной форме или с использованием дистанционных технологий, на русском или английском языке с учетом возможностей и знания языков аспирантами. Программой устанавливаются:

- форма, структура, процедура кандидатского экзамена;
- шкала оценивания;
- критерии оценки ответов.

Организация и проведение кандидатского экзамена осуществляются в соответствии с Правилами обучения в аспирантуре, утвержденными приказом ректора КФУ и действующими в текущем году сдачи кандидатского экзамена.

### **Порядок проведения кандидатского экзамена.**

Кандидатский экзамен проводится в письменной форме. Каждый экзаменационный билет содержит 2 вопроса. Подготовка к ответу составляет 1 час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются экзаменационной комиссией в зависимости от полноты и правильности ответов на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»

#### **Критерии оценивания.**

Оценка «отлично» ставится, если аспирант:

- полностью раскрывает суть вопроса по билету, грамотно структурирует свой ответ;
- четко, грамотно формулирует свои мысли и убедительно высказывает свою точку зрения при ответах на дополнительные вопросы экзаменатора.

Оценка «хорошо» ставится, если аспирант:

- раскрывает основные положения экзаменационного вопроса, структура ответа в целом соответствует рассматриваемому вопросу;
- относительно грамотно формулирует свои мысли и в целом положительно отвечает на дополнительные вопросы экзаменатора.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если аспирант:

- не дает полный ответ на экзаменационный вопрос, отсутствует системность знаний теоретических;

- не может четко сформулировать свои мысли при ответах на дополнительные вопросы экзаменатора.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если аспирант:

- демонстрирует фрагментарное понимание экзаменационного вопроса, слабое освоение базовых основ дисциплины;

- с трудом формулирует свои мысли при ответе на экзаменационный вопрос и не может выразить свое мнение на дополнительные вопросы экзаменатора.

### **Тематика базовой части кандидатского экзамена по научной специальности**

#### **2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.**

##### **Раздел 1. Теория вычислительных систем.**

Понятие алгоритма и его уточнения: машины Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова, рекурсивные функции. Эквивалентность данных формальных моделей алгоритмов. Понятие об алгоритмической неразрешимости. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем.

Понятие сложности алгоритмов. Классы P и NP. Полиномиальная сводимость задач. Теорема Кука об NP-полноте задачи выполнимости булевой формулы. Примеры NP-полных задач, подходы к их решению. Точные и приближенные комбинаторные алгоритмы.

Примеры эффективных (полиномиальных) алгоритмов: быстрые алгоритмы поиска и сортировки; полиномиальные алгоритмы для задач на графах и сетях (поиск в глубину и ширину, о минимальном остове, о кратчайшем пути, о назначениях).

Автоматы. Эксперименты с автоматами. Алгебры регулярных выражений. Теорема Клини о регулярных языках.

##### **Раздел 2. Дискретная математика и математическая логика.**

Алгебра логики. Булевы функции, канонические формы задания булевых функций. Понятие полной системы. Критерий полноты Поста. Минимизация булевых функций в классах нормальных форм.

Исчисление предикатов первого порядка. Понятие интерпретации. Выполнимость и общезначимость формулы первого порядка. Понятие модели. Теорема о полноте исчисления предикатов первого порядка.

Отношения и функции. Отношение эквивалентности и разбиения. Фактор множества. Отношения частичного порядка. Теоретико-множественное и алгебраическое определения решетки, их эквивалентность. Свойства решеток. Булевы решетки. Полные решетки.

Формальные языки и способы их описания. Классификация формальных грамматик. Их использование в лексическом и синтаксическом анализе.

Основы комбинаторного анализа. Метод производящих функций, метод включений и исключений. Примеры применения.

Коды с исправлением ошибок. Алфавитное кодирование. Методы сжатия информации.

##### **Раздел 3. Вычислительные машины, системы и сети. Языки программирования.**

Архитектура современных компьютеров. Организации памяти и архитектура процессора современных вычислительных машин. Страницчная и сегментная организация виртуальной памяти. Кэш-память. Командный и арифметический конвейеры, параллельное выполнение независимых команд, векторные команды. Специализированные процессоры. Машины, обеспечивающие выполнение вычислений, управляемых потоком данных. Организация ввода-вывода, каналы и процессоры ввода-вывода, устройства сопряжения с объектами.

Классификация вычислительных систем (ВС) по способу организации параллельной обработки. Многопроцессорные и многомашинные комплексы. Вычислительные кластеры.

Проблемно-ориентированные параллельные структуры: матричные ВС, систолические структуры, нейросети.

Назначение, архитектура и принципы построения информационно – вычислительных сетей (ИВС). Локальные и глобальные ИВС, технические и программные средства объединения различных сетей.

Методы и средства передачи данных в ИВС, протоколы передачи данных. Особенности архитектуры локальных сетей (Ethernet, Token Ring, FDDI). Сеть Internet, доменная организация, семейство протоколов TCP/IP. Информационно-вычислительные сети и распределенная обработка информации.

#### **Раздел 4. Операционные системы.**

Режимы функционирования вычислительных систем, структура и функции операционных систем. Основные блоки и модули. Основные средства аппаратной поддержки функций операционных систем (ОС): система прерываний, защита памяти, механизмы преобразования адресов в системах виртуальной памяти, управление каналами и периферийными устройствами.

Виды процессов и управления ими в современных ОС. Представление процессов, их контексты, иерархии порождения, состояния и взаимодействие. Многозадачный (многопрограммный) режим работы. Команды управления процессами. Средства взаимодействия процессов. Модель клиент-сервер и ее реализация в современных ОС.

#### **Раздел 5. Методы хранения данных и доступа к ним. Защита данных.**

Основные понятия реляционной и объектной моделей данных. Теоретические основы реляционной модели данных (РДМ). Реляционная алгебра, реляционное исчисление. Функциональные зависимости и нормализация отношений.

CASE-средства и их использование при проектировании базы данных (БД).

Организация и проектирование физического уровня БД. Методы индексирования.

Обобщенная архитектура, состав и функции системы управления базой данных (СУБД). Характеристика современных технологий БД. Примеры соответствующих СУБД.

Язык баз данных SQL. Средства определения и изменения схемы БД, определения ограничений целостности. Контроль доступа. Средства манипулирования данными.

Стандарты языков SQL. Основные понятия технологии клиент—сервер. Характеристика SQL-сервера и клиента. Сетевое взаимодействие клиента и сервера.

Аппаратные и программные методы защиты данных и программ. Защита данных и программ с помощью шифрования. Защита от несанкционированного доступа в операционных системах семейства Windows. Система безопасности и разграничения доступа к ресурсам в операционных системах семейства Windows. Файловая система NFTS и сервисы операционных систем семейства Windows.

Защита от разрушающих программных воздействий. Вредоносные программы и их классификация. Загрузочные и файловые вирусы, программы-закладки. Методы обнаружения и удаления вирусов, восстановления программного обеспечения.

### **Вопросы базовой части программы кандидатского экзамена по научной специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.**

Вопросы по математическим дисциплинам.

1. Понятие алгоритма и его уточнения: машины Тьюринга, рекурсивные функции. Эквивалентность данных формальных моделей алгоритмов.
2. Нормальные алгоритмы Маркова. Приемы построения алгоритмов Маркова. Примеры.
3. Моделирование работы машин Тьюринга с помощью нормальных алгоритмов Маркова.
4. Моделирование нормальных алгоритмов Маркова на машинах Тьюринга.

5. Рекурсивные функции. Приемы доказательства примитивной рекурсивности и частичной рекурсивности числовых функций.
6. Программирование рекурсивных функций на машинах Тьюринга.
7. Понятие универсальной машины Тьюринга.
8. Проблема самоприменимости. Неразрешимые проблемы.
9. Неразрешимость проблемы выполнимости формул логики предикатов.
10. Тезис Черча. Аргументы обоснованности тезиса Черча.
11. Понятие об алгоритмической неразрешимости. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем.
12. Понятие сложности алгоритмов. Классы P и NP. Полиномиальная сводимость задач.
13. Теорема Кука об NP-полноте задачи выполнимости булевой формулы. Примеры NP-полных задач, подходы к их решению.
14. Примеры эффективных (полиномиальных) алгоритмов: быстрые алгоритмы поиска и сортировки; полиномиальные алгоритмы для задач на графах и сетях (поиск в глубину и ширину, о минимальном остове, о кратчайшем пути, о назначениях).
15. Автоматы. Эксперименты с автоматами.
16. Алгебры регулярных выражений. Теорема Клини о регулярных языках.
17. Алгебра логики. Булевы функции, канонические формы задания булевых функций.
18. Понятие полной системы. Критерий полноты Поста.
19. Минимизация булевых функций в классах нормальных форм.
20. Исчисление предикатов первого порядка. Понятие интерпретации. Выполнимость и общезначимость формулы первого порядка.
21. Понятие модели. Теорема о полноте исчисления предикатов первого порядка.
22. Формальные языки и способы их описания. Классификация формальных грамматик. Их использование в лексическом и синтаксическом анализе.
23. Основы комбинаторного анализа. Метод производящих функций, метод включений и исключений.
24. Коды с исправлением ошибок. Алфавитное кодирование. Методы сжатия информации.
25. Детерминированные функции. Представление д. функций деревьями. Вес д. функций. Усеченные деревья.
26. Ограниченно-детерминированные функции. Способы задания о.-д. функций.
27. Построение минимального остовного дерева. Алгоритм Прима.
28. Построение минимального остовного дерева. Алгоритм Краскала.
29. Поиск кратчайшего пути в графе. Алгоритм Дейкстры. Оценка временной сложности.
30. Транзитивное замыкание бинарного отношения. Алгоритм построения транзитивного замыкания.
31. Соотношение между умножением матриц и транзитивным замыканием бинарных отношений.
32. Алгоритмы умножения матриц. Алгоритм Штрассена. Алгоритм «четырех русских».
33. Модель параллельных вычислений. Граф "операции-операнды". Оценки времени выполнения параллельного алгоритма. Высокопараллельные алгоритмы и P-полнота.
34. Примеры параллельных алгоритмов. Нахождение частных сумм. Умножение матриц. «Пузырьковая» сортировка.

Вопросы по дисциплинам, связанным с вычислительной техникой и информационными технологиями.

1. Архитектура современных компьютеров.
2. Организации памяти и архитектура процессора современных вычислительных машин.
3. Страницчная и сегментная организация виртуальной памяти. Кэш-память.
4. Командный и арифметический конвейеры, параллельное выполнение независимых команд, векторные команды.

5. Классификация вычислительных систем (ВС) по способу организации параллельной обработки. Многопроцессорные и многомашинные комплексы.
6. Вычислительные кластеры. Методы и средства передачи данных в вычислительных системах, протоколы передачи данных.
7. Языки программирования. Процедурные языки программирования (C, Pascal, Java).
8. Языки программирования. Языки логического программирования (Пролог).
9. Процедурные языки программирования: основные управляющие конструкции, структура программы.
10. Объектно-ориентированное программирование. Классы и объекты, наследование, интерфейсы. Понятие об объектном окружении.
11. Библиотеки классов. Средства обработки объектов (контейнеры и итераторы).
12. Распределенное программирование. Процессы и их синхронизация. Семафоры, мониторы Хоара.
13. Объектно-ориентированное распределенное программирование. CORBA.
14. Параллельное программирование над общей памятью. Нити. Стандартный интерфейс OpenMP.
15. Распараллеливание последовательных программ.
16. Параллельное программирование над распределенной памятью. Стандартный интерфейс MPI.
17. Режимы функционирования вычислительных систем, структура и функции операционных систем. Основные блоки и модули.
18. Основные средства аппаратной поддержки функций операционных систем (ОС): система прерываний, защита памяти, механизмы преобразования адресов в системах виртуальной памяти, управление каналами и периферийными устройствами.
19. Виды процессов и управления ими в современных ОС. Представление процессов, их контексты, иерархии порождения, состояния и взаимодействие. Многозадачный (многопрограммный) режим работы.
20. Команды управления процессами. Средства взаимодействия процессов.
21. Модель клиент-сервер и ее реализация в современных ОС.
22. Операционные средства управления процессами при их реализации на параллельных и распределенных вычислительных системах и сетях: стандарты и программные средства PVM, MPI, OpenMP, POSIX .
23. Управление доступом к данным. Файловая система, организация, распределение дисковой памяти. Управление обменом данными между дисковой и оперативной памятью. Рабочее множество страниц (сегментов) программы, алгоритмы его определения.
24. Основные структуры данных, алгоритмы обработки и поиска. Сравнительная характеристика методов хранения и поиска данных.
25. Основные понятия реляционной и объектной моделей данных. Реляционная алгебра, реляционное исчисление. Функциональные зависимости и нормализация отношений.
26. CASE-средства и их использование при проектировании базы данных (БД).
27. Обобщенная архитектура, состав и функции системы управления базой данных (СУБД). Характеристика современных технологий БД. Примеры соответствующих СУБД.
28. Основные принципы управления транзакциями, журнализацией и восстановлением.
29. Вредоносные программы и их классификация.
30. Аппаратные и программные методы защиты данных и программ.
31. Сервисы информационной безопасности: аутентификация, авторизация, аудит.
32. Угрозы информационной безопасности и методы защиты. Анализ рисков информационной безопасности.
33. Классические алгоритмы шифрования. Современные методы шифрования с открытым ключом. Алгоритм RSA.
34. Электронная цифровая подпись. Свойства электронной цифровой подписи. Сертификаты X.509, их состав и назначение.

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

**Основная литература.**

1. Барский, А. Б. Планирование виртуальных вычислений : учеб. пособие / А.Б. Барский. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. — 200 с. — (Высшее образование). — [www.dx.doi.org/10.12737/19901](http://www.dx.doi.org/10.12737/19901). - ISBN 978-5-8199-0655-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/966062> (дата обращения: 22.12.2025). – Режим доступа: по подписке.
2. Кузнецов, А. С. Теория вычислительных процессов : учебник / А. С. Кузнецов, Р. Ю. Царев, А. Н. Князьков. - Красноярск : СФУ, 2015. - 184 с. - ISBN 978-5-7638-3193-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549796> (дата обращения: 22.12.2025). – Режим доступа: по подписке.
3. Гладков, Л. А. Дискретная математика : учебное пособие / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик ; под редакцией В. М. Курейчика. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 496 с. — ISBN 978-5-9221-1575-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71976> (дата обращения: 22.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей..
4. Нестеров, С. А. Основы информационной безопасности / С. А. Нестеров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 324 с. — ISBN 978-5-507-49077-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/370967> (дата обращения: 22.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература.**

1. Зельдович, Я. Б. Элементы прикладной математики : учебное пособие / Я. Б. Зельдович, А. Д. Мышикис. — 5-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 592 с. — ISBN 978-5-9221-0775-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59456> (дата обращения: 22.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей..
2. Шабаршина, И. С. Математические основы теории управления: Учебник / Шабаршина И.С., Корохов В.В., Корохова Е.В. - Ростов-на-Дону:Южный федеральный университет, 2016. - 130 с.: ISBN 978-5-9275-2230-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/996371> (дата обращения: 22.12.2025). – Режим доступа: по подписке.
3. Гагарина, Л. Г. Проектирование и архитектура программных систем : учебное пособие / Л.Г. Гагарина, А.Р. Федоров, П.А. Федоров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 334 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1077727. - ISBN 978-5-16-016016-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1077727> (дата обращения: 22.12.2025). – Режим доступа: по подписке.

**Информационное обеспечение.**

1. Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com/>

2. Студенческая электронная библиотека <http://www.studentlibrary.ru/>
3. Электронно-библиотечная система <http://znanium.com/>

Программу составил: доктор физ.-мат. наук, доцент Ш.Т. Ишмухаметов