

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель экзаменационной комиссии по
проведению вступительных испытаний в
аспирантуру НИЦ «Курчатовский институт»
в форме вступительного экзамена и
собеседования по научной специальности
2.3.5. Математическое и программное
обеспечение вычислительных систем,
комплексов и компьютерных сетей

д-р техн. наук, член-корреспондент РАН

_____ Б.М. Шабанов

« _____ » _____ 2026 г.

Программа вступительного испытания в аспирантуру НИЦ «Курчатовский институт» по специальной дисциплине в форме вступительного экзамена по научной специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

1. Общие положения

1.1. Данная программа предназначена для подготовки к вступительным испытаниям в аспирантуру по специальной дисциплине по научной специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей. Программа вступительных испытаний в аспирантуру подготовлена в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (уровень магистратуры или специалитета).

Экзамен проводится с целью выявления у поступающего объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Поступающий должен показать профессиональное владение

теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

1.2. Программой устанавливается:

форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания; шкала оценивания;

максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;

критерии оценки ответов.

1.3. Вступительное испытание проводится на русском языке.

1.4. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом НИЦ «Курчатовский институт».

1.5. По результатам вступительного испытания поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, процедура проведения и шкала оценивания вступительного испытания

2.1. Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. Экзамен проходит в устной форме. Подготовка к ответу составляет 1 астрономический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Ответ на билет оценивается от 0 до 10 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов. Билет включает в себя два вопроса по научной специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

В случае проведения экзамена в дистанционном формате вступительное испытание проводится в режиме видеоконференцсвязи.

2.2. Экзамен по специальной дисциплине оценивается по 10-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания по специальной дисциплине, устанавливается равным 4 баллам.

Шкала оценивания

| Оценка, баллы | Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой |
|---------------|--|
| 9-10 | Поступающий уверенно владеет материалом, приводит точные формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, сопровождает их строгими и полными доказательствами, уверенно отвечает на дополнительные вопросы программы вступительного испытания. |
| 6-8 | Поступающий владеет материалом, приводит точные формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, сопровождает их доказательствами, в которых допускает отдельные неточности. Отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания. |
| 4-5 | Поступающий знаком с основным материалом программы, приводит формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, но допускает некоторые неточности, сопровождает их доказательствами, в которых допускает погрешности либо описывает основную схему доказательств без указания деталей. Отвечает на дополнительные вопросы по программе вступительного испытания, допуская отдельные неточности. |
| 0-3 | Поступающий не владеет основным материалом программы, не знаком с основными понятиями, не способен приводить формулировки теорем, процессов и явлений, и других утверждений, не умеет доказывать теоремы и другие утверждения, не знает даже схемы доказательств. Не отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания. |

Вопросы для подготовки к вступительному испытанию

1. Основные понятия теории алгоритмов. Машины Тьюринга. Нормальные алгоритмы Маркова. Понятия об алгоритмической неразрешимости.

2. Понятие сложности алгоритмов. Классы P, NP. Теорема Кука об NP-полноте задачи выполнимости булевой формулы. Примеры NP-полных задач.
3. Алгоритмы поиска: линейный, бинарный, хэширование, лексикографический. Временная сложность алгоритмов поиска.
4. Алгоритмы сортировки. Временная сложность сортировки сравнениями. Алгоритмы Хоара и сортировки слиянием: сравнение среднего и худшего времени выполнения в последовательном и параллельном режимах.
5. Алгоритмы на графах: обход графа, алгоритм Дейкстры поиска кратчайшего пути, алгоритмы Прима и Краскала построения минимального остовного дерева.
6. Бинарные деревья. Алгоритмы формирования, балансировки, поиска и удаления элемента из бинарного дерева.
7. Алгебра логики. Булевы функции, канонические формы задания булевых функций. Минимизация булевых функций в классах нормальных форм.
8. Погрешность вычислений. Представление вещественных чисел в двоичном виде.
9. Численное решение нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Ньютона. Метод секущих.
10. Интерполирование функции. Интерполяционные многочлены Лагранжа, Ньютона, Эрмита.
11. Приближение функций. Метод наименьших квадратов. Многочлены Чебышева.
12. Численное интегрирование. Основные квадратурные формулы. Квадратура Ньютона-Котеса.
13. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Метод прогонки.
14. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод Якоби. Метод Гаусса-Зейделя.

15. Методы нахождения собственных значений и собственных векторов матриц.

16. Задача линейного программирования. Основные этапы симплекс-метода. Особенности целочисленного линейного программирования.

17. Назначение операционной системы (ОС) ЭВМ. Понятия многопользовательской и мультизадачной ОС. Примеры основных современных ОС. Назначение основных компонентов ОС: ядро, драйверы, оболочки, утилиты. Понятие системного вызова и порядок его обработки.

18. Понятие процесса в рамках ОС. Виртуальное адресное пространство процесса, изоляция процессов. Создание процессов. Планирование процессов в ОС. Понятие потока (нити), соотношение между процессами и потоками.

19. Средства межпроцессного взаимодействия: каналы, очереди сообщений, семафоры, разделяемая память, сокеты.

20. Система прерывания программ. Алгоритм обработки прерывания. Передача управления прерывающей программе и возврат из нее. Слово состояния процессора, назначение, состав. Стек и его использование. Виды прерываний, аппаратные и программные прерывания.

21. Понятия гипервизорной и контейнерной виртуализации вычислений, области применения, преимущества и недостатки этих подходов. Примеры систем гипервизорной и контейнерной виртуализации.

22. Классификация языков программирования в соответствии с их проблемной ориентацией, базовыми конструкциями и грамматиками.

23. Процедурные языки программирования: основные управляющие конструкции, структура программы. Структуры данных. Типизация. Глобальные и локальные переменные.

24. Объектно-ориентированное программирование. Классы и объекты, инкапсуляция, наследование, полиморфизм.

25. Этапы трансляции программы с языка высокого уровня в исполняемый файл: препроцессор, компиляция, редактирование связей.

Статическое и динамическое подключения библиотек. Интерпретируемые языки.

26. Компиляция программ: лексический и синтаксический анализ, оптимизация, генерация кода. Базовые оптимизирующие преобразования программ: векторизация, распараллеливание, трансформация циклов.

27. Модели параллельного программирования. Модели «обмен сообщениями», «общая память» и «разделённое глобальное адресное пространство». Назначение и основные характеристики средств параллельного программирования MPI, OpenMP, PGAS-языков.

28. Технология разработки и сопровождения программ. Жизненный цикл программы. Этапы разработки, степень и пути их автоматизации.

29. Связь алгоритма и программы. Вычислительные машины с хранимой в памяти программой. Принципы фон Неймана. Основные компоненты последовательных ЭВМ.

30. Определение производительности ЭВМ и вычислительной системы (ВС). Пиковая и реальная производительности. Тесты производительности – классификация, сравнительные характеристики.

31. Классификации ЭВМ и ВС. Классификация Флинна и её дополнения.

32. Регистровая память процессора. Система команд ЭВМ. Структура и цикл команды. Форматы команд. Способы адресации.

33. Память ЭВМ – общие характеристики. Классификации типов памяти. Физические принципы работы электронной, магнитной, оптической памяти. Статическая и динамическая память.

34. Кэш-память: назначение, общие характеристики, уровни кэширования. Иерархическая организация памяти ЭВМ. Принцип локальности по обращению.

35. Определение виртуальной памяти. Требования, приводящие к необходимости виртуализации памяти. Страничная и сегментная организация виртуальной памяти. Вычисление физического адреса из

виртуального с применением таблицы страниц. Механизм подкачки страниц (свопинг).

36. Модели баз данных (БД). Реляционные БД, теоретические основы реляционной модели данных. Нормализация отношений и основные нормальные формы.

37. Язык запросов SQL. Средства описания данных SQL. Средства SQL для извлечения и модификации данных. Соединения таблиц и агрегация данных в запросах. Процедурное расширение SQL. Понятие и назначение триггеров БД.

38. Понятие транзакции БД. Уровни изоляции транзакций. Журналирование транзакций и обеспечение отказоустойчивости БД.

39. Современные системы управления БД (СУБД), их сравнительные характеристики. Распределенные и нереляционные СУБД: столбцовые, документоориентированные, ассоциативные.

40. Локальные и глобальные сети ЭВМ. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI. Основные характеристики уровней эталонной модели.

41. Семейство протоколов TCP/IP. Соотношение уровней протоколов TCP/IP и эталонной модели. Сетевой уровень, IP-адресация, маршрутизация. Протоколы транспортного уровня: UDP, TCP.

42. Физический и канальный уровни сети ЭВМ на примере Ethernet. Протоколы ARP, DHCP.

43. Архитектура «клиент-сервер» при программировании сетевого взаимодействия процессов. Понятие сокета, серверного и клиентского портов. Действия клиента и сервера при установке соединения и взаимодействии.

44. Сеть Internet, её доменная организация. Понятие всемирной паутины (WWW) и протокола HTTP. Язык гипертекстовой разметки HTML. Средства подготовки контента Web-сайтов: конструкторы, CMS-системы, редакторы кода, графические редакторы.

45. Трехзвенная архитектура Internet-приложений. Понятия «толстого» и «тонкого» клиентов, frontend- и backend-разработки. Инструментальные средства разработки Internet-приложений.

46. Облачные вычисления: назначение, преимущества, классификация. Виды и характеристики основных облачных сервисов.

47. Угрозы информационной безопасности. Анализ рисков информационной безопасности. Вредоносные программы и их классификация.

48. Классические алгоритмы шифрования. Современные методы шифрования с открытым ключом. Алгоритм RSA и протокол SSH.

49. Понятие сертификата безопасности, причины их создания. Применение сертификатов в протоколах HTTPS и X.509.

50. Электронная цифровая подпись (ЭЦП). Понятия ключа ЭЦП, ключа проверки ЭЦП, сертификата и квалифицированного сертификата ЭЦП. Виды ЭЦП (простая, усиленная, квалифицированная), области и примеры их применения.

Список рекомендованной литературы

1. Дейт К. Введение в системы баз данных. – М.: Диалектика-Вильямс, 2024, 1368 с.
2. Зыков А.А. Основы теории графов. – М.: Вузовская книга, 2004, 664 с.
3. Гергель В.П. Современные языки и технологии параллельного программирования. – М.: изд-во МГУ, 2012, 408 с.
4. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем. Фундаментальный курс по архитектуре и структуре современных компьютерных средств. – Учебник, изд-во «Питер», 2011, – 688 с.
5. Тихонов В.А., Баранов А.В. Организация ЭВМ и систем. – Учебник, М.: Гелиос АРВ, 2008, 400 с.

6. Лацис А.О. Параллельная обработка данных. – Учебное пособие, М.: Издательский центр «Академия», 2010, – 336 с.
7. Лав Р. Linux. Системное программирование. – СПб: Питер, 2008, 416 с.
8. Робачевский А.М. Операционная система Unix. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 528 с.: ил.
9. Чан Т. Системное программирование на C++ для Unix: Пер с англ. К.: Издательская группа ВНУ, 1997, 592 с.
10. Лафоре Р. Объектно-ориентированное программирование в C++. – СПб.: Питер, 2022, 928 с.
11. Кнут Д. Искусство программирования. Т. 1-3. М., СПб., Киев: ИД «Вильямс», 2000.
12. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч., Ривест Р.Л., К. Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. – М.: Вильямс, 2019, 1328 с.
13. Иванов Б.Н. Дискретная математика и теория графов. – М.: Юрайт, 2026, 178 с.
14. Бирюкова Л.Г., Сагитов Р.В. Линейная алгебра и линейное программирование. Практикум. – М.: Юрайт, 2026, 45 с.
15. Макаровских Т.А. Проектирование программных средств. – М.: Либроком, 2025, 362 с.
16. Мамедли Р.Э., Казиахмедов Т.Б. Большие данные и NoSQL базы данных. Учебное пособие для вузов, 2-е изд., стер. – М.: Лань, 2026, 92 с.
17. Редмонд Э., Уилсон Дж. Р. Семь баз данных за семь недель. Введение в современные базы данных и идеологию NoSQL. – М.: ДМК-Пресс, 2012, 384 с.
18. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. – СПб: Питер, 2000, 304 с.
19. Фейт С. TCP/ IP. Архитектура, протоколы, реализация (включая IP версии 6 и IP Security). – М.: Лори, 2025, 448 с.
20. Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. – М.: Вильямс, 2002.

21. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. – М.: Мир, 1977.
22. Таненбаум Э. Современные операционные системы: пер. с англ. / Э. Таненбаум, Х. Бос. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2018, 1120 с.
23. Таненбаум Э. Компьютерные сети: пер. с англ. / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2016, 960 с.
24. Таненбаум Э. Архитектура компьютера: пер. с англ. / Э. Таненбаум. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2011, 844 с.
25. Нестеров С.А. Основы информационной безопасности –3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 324 с.
26. Корнеев В.В. Вычислительные системы. – М.: Гелиос-АРВ, 2004, 512 с.
27. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – Учебник, 10-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2023, 636 с.
28. Гателюк О.В., Исмаилов Ш.К., Манюкова Н.В. Численные методы. – М.: Юрайт, 2026, 111 с.
29. Кириченко А.В., Никольский А.П., Дубовик Е.В. Web на практике. CSS, HTML, JavaScript, MySQL, PHP для fullstack-разработчиков. – М.: Изд-во НИТ, 2021, 432 с.
30. Кухтин С.А. Frontend-разработка сайтов и приложений на HTML, CSS, JavaScript и React. – М.: Изд-во НИТ, 2025, 512 с.
31. Полуэктова Н.Р. Разработка веб-приложений. – М.: Юрайт, 2026, 205 с.
32. Шадур А.А., Гушин Е.А. Электронная подпись. Просто о сложном. – М.: Ridero, 2019, 58 с.