

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук»
(КНЦ СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН)**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ФИЦ КНЦ СО РАН



« 25 » Января 2022г.



**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Математическое и программное обеспечение вычислительных систем,
комплексов и компьютерных сетей»**

Научная специальность:

**2.3.5 «Математическое и программное обеспечение вычислительных
систем, комплексов и компьютерных сетей»**

**Отрасль наук:
технические, физико-математические науки**

Красноярск 2022

1 Общие положения

Программа кандидатского экзамена разработана на кафедре фундаментальных дисциплин и методологии науки факультета подготовки кадров ФИЦ КНЦ СО РАН в соответствии со следующими документами:

- Приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г. №951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»;
- Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»;
- Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФИЦ КНЦ СО РАН;
- Порядком сдачи кандидатских экзаменов и прикрепления лиц к ФИЦ КНЦ СО РАН для сдачи кандидатских экзаменов;
- Паспортом научной специальности.

Цель проведения экзамена: оценить уровень знаний, умений и навыков в области математического и программного обеспечения вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей;

Экзамен по специальной дисциплине должен выявить уровень теоретической и профессиональной подготовки экзаменуемого, знание общих концепций и методологических вопросов данной науки, истории ее формирования и развития, фактического материала, основных теоретических и практических проблем данной отрасли знаний.

К кандидатскому экзамену допускаются лица, прикрепленные к ФИЦ КНЦ СО РАН для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, и аспиранты, обучающиеся в ФИЦ КНЦ СО РАН по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – экзаменуемые).

Кандидатский экзамен по дисциплине «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»; проводится по билетам. Экзаменационный билет включает в себя три теоретических вопроса по данной научной специальности и отрасли науки, по которой готовится или подготовлена диссертация.

2 Содержание программы кандидатского экзамена

1. 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 приближённые 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).

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

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

3. 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 множество. Отношения частичного порядка. Теоретико-множественное и алгебраическое определения решётки, их эквивалентность. Свойства решёток. Булевы решётки. Полные решётки.

4. Формальные языки и способы их описания. Классификация формальных грамматик. Их использование в лексическом и синтаксическом анализе. λ -исчисление, правила редукции, единственность нормальной формы и правила ее достижения, представление рекурсивных функций. Основы комбинаторного анализа. Метод производящих функций, метод включений и исключений. Примеры применения. Коды с исправлением ошибок. Алфавитное кодирование. Методы сжатия информации.

5. Основы криптографии. Задачи обеспечения конфиденциальности и целостности информации. Теоретико-информационный и теоретико-сложностной подходы к определению криптографической стойкости. Американский стандарт шифрования DES и российский стандарт шифрования данных ГОСТ 28147-89. Системы шифрования с открытым ключом (RSA). Цифровая подпись. Методы генерации и распределения ключей.

Вычислительные машины, системы и сети

1. 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.

2. Классификация вычислительных систем (ВС) по способу организации параллельной обработки. Многопроцессорные и многомашинные комплексы. Вычислительные кластеры. Проблемно-ориентированные параллельные структуры: матричные ВС, столические структуры, нейросети. Назначение, архитектура и принципы построения информационно - вычислительных сетей (ИВС). Локальные и глобальные ИВС, технические и программные средства объединения различных сетей.

3. 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. Языки и системы программирования.

Технология разработки программного обеспечения

1. Языки программирования. Процедурные языки программирования (Фортран, Си), Функциональные языки программирования (Лисп), логическое программирование (Пролог), объектно-ориентированные языки программирования (Ява). Процедурные языки программирования. Основные управляющие конструкции, структура программы. Работа с данными: переменные и константы, типы данных (Булевский, целочисленные, плавающие, символьные, типы диапазона и перечисления, указатели), структуры данных (массивы и записи). Процедуры (функции): вызов процедур, передача параметров (по ссылке, по значению, по результату), локализация переменных, побочные эффекты. Обработка исключительных ситуаций. Библиотеки процедур и их использование.

2. Объектно-ориентированное программирование. Классы и объекты, наследование, интерфейсы. Понятие об объектном окружении. Рефлексия. Библиотеки классов. Средства обработки объектов (контейнеры и итераторы).

3. Распределенное программирование. Процессы и их синхронизация. Семафоры, мониторы Хоара. Объектно-ориентированное распределенное программирование. CORBA. Параллельное программирование над общей памятью. Нити. Стандартный интерфейс Open MP. Распараллеливание последовательных программ. Параллельное программирование над распределенной памятью. Парадигмы SPMD и MIMD. Стандартный интерфейс MPI.

4. Основы построения трансляторов. Структура оптимизирующего транслятора. Промежуточные представления программы: последовательность символов, последовательность лексем, синтаксическое дерево, абстрактное синтаксическое дерево. Уровни промежуточного представления: высокий, средний, низкий. Формы промежуточного представления.

5. Анализ исходной программы в компиляторе. Автоматные (регулярные) грамматики и сканирование, контекстно-свободные грамматики и синтаксический анализ, организация таблицы символов программы,

имеющей блочную структуру, хеш-функции. Нисходящие (LL(1)-грамматики) и восходящие (LR(1)-грамматики) методы синтаксического анализа. Атрибутные грамматики и семантические программы, построение абстрактного синтаксического дерева. Автоматическое построение лексических и синтаксических анализаторов по формальным описаниям грамматик. Системы lex и yacc. Система Gentle.

6. Оптимизация программ при их компиляции. Оптимизация базовых блоков, чистка циклов. Анализ графов потока управления и потока данных. Отношение доминирования и его свойства, построение границы области доминирования вершины, выделение сильно связанных компонент графа. Построение графа зависимостей. Перевод программы в SSA-представление и обратно. Глобальная и межпроцедурная оптимизация.

7. Генерация объектного кода в компиляторах. Перенастраиваемые (retargetable) компиляторы, gcc (набор компиляторов Gnu). Переработка термов (term rewriting). Применение оптимизационных эвристик (целочисленное программирование, динамическое программирование) для автоматической генерации генераторов объектного кода (системы BEG, Ibburg и др.).

8. Машинно-ориентированные языки, язык ассемблера. Представление машинных команд и констант. Команды транслятору. Их типы, принципы реализации. Макросредства, макровызовы, языки макроопределений, условная макрогенерация, принципы реализации. Системы программирования, типовые компоненты СП: языки, трансляторы, редакторы связей, отладчики, текстовые редакторы. Модульное программирование. Типы модулей. Связывание модулей по управлению и данным.

9. Пакеты прикладных программ (ППП). Системная часть и наполнение. Языки общения с ППП. Машинная графика. Средства поддержки машинной графики. Графические пакеты.

10. Технология разработки и сопровождения программ. Жизненный цикл программы. Этапы разработки, степень и пути их автоматизации. Обратная инженерия. Декомпозиционные и сборочные технологии, механизмы наследования, инкапсуляции, задания типов. Модули, взаимодействие между модулями, иерархические структуры программ.

11. Отладка, тестирование, верификация и оценивание сложности программ. Генерация тестов. Системы генерации тестов. Срезы программ (slice, chop) и их применение при отладке программ и для генерации тестов. Методы спецификации программ. Методы проверки спецификации. Схемное, структурное, визуальное программирование. Разработка пользовательского интерфейса, стандарт CUA, мультимедийные среды интерфейсного взаимодействия.

Операционные системы

1. Режимы функционирования вычислительных систем, структура и функции операционных систем. Основные блоки и модули. Основные средства аппаратной поддержки функций ОС: система прерываний, защита

памяти, механизмы преобразования адресов в системах виртуальной памяти, управление каналами и периферийными устройствами,

2. 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 её реализация в современных ОС.

3. Параллельные процессы, схемы порождения и управления. Организация взаимодействия между параллельными и асинхронными процессами: обмен сообщениями, организация почтовых ящиков. Критические участки, примитивы взаимоисключения процессов, семафоры Дейкстры и их расширения. Проблема тупиков при асинхронном выполнении процессов, алгоритмы обнаружения и предотвращения тупиков.

4. Операционные средства управления процессами при их реализации на параллельных и распределенных вычислительных системах и сетях: стандарты и программные средства PVM, MPI, OpenMP, POSIX . дноуровневые и многоуровневые дисциплины циклического обслуживания процессов на центральном процессоре, выбор кванта.

5. 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. Управление внешними устройствами.

6. Оптимизация многозадачной работы компьютеров. Операционные системы Windows, Unix, Linux. Особенности организации, предоставляемые услуги пользовательского взаимодействия.

Операционные средства управления сетями. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI. Маршрутизация и управление потоками данных в сети. Локальные и глобальные сети. Сетевые ОС, модель “клиент - сервер”, средства управления сетями в ОС UNIX, Windows NT. Семейство протоколов TCP/IP , структура и типы IP – адресов, доменная адресация в Internet .Транспортные протоколы TCP, UDP .

7. Удаленный доступ к ресурсам сети. Организация электронной почты, телеконференций. Протоколы передачи файлов FTP и HTTP, язык разметки гипертекста HTML, разработка WEB- страниц, WWW- серверы. Методы хранения данных и доступа к ним.

Организация баз данных и знаний

1. Концепция типа данных. Абстрактные типы данных. Объекты (основные свойства и отличительные признаки). Основные структуры данных, алгоритмы обработки и поиска. Сравнительная характеристика методов хранения и поиска данных. Основные понятия реляционной и объектной моделей данных.

2. Теоретические основы реляционной модели данных (РДМ). Реляционная алгебра, реляционное исчисление. Функциональные

зависимости и нормализация отношений. CASE- средства и их использование при проектировании БД. Организация и проектирование физического уровня БД. Методы индексирования.

3. Обобщенная архитектура, состав и функции системы управления базой данных (СУБД). Характеристика современных технологий БД. Примеры соответствующих СУБД. Основные принципы управления транзакциями, журнализацией и восстановлением.

4. Язык баз данных SQL. Средства определения и изменения схемы БД, определения ограничений целостности. Контроль доступа. Средства манипулирования данными. Стандарты языков SQL. Интерактивный, встроенный, динамический SQL.

5. Основные понятия технологии клиент-сервер. Характеристика SQL-сервера и клиента. Сетевое взаимодействие клиента и сервера.

Информационно-поисковые системы. Классификация. Методы реализации и ускорения поиска.

6. Методы представления знаний: процедурные представления, логические представления, семантические сети, фреймы, системы продукции. Интегрированные методы представления знаний. Языки представления знаний. Базы знаний.

7. Экспертные системы (ЭС). Области применения ЭС. Архитектура ЭС. Механизмы вывода, подсистемы объяснения, общения, приобретения знаний ЭС. Жизненный цикл экспертной системы. Примеры конкретных ЭС.

Защита данных и программных систем.

8. Аппаратные и программные методы защиты данных и программ. Защита данных и программ с помощью шифрования. Защита от несанкционированного доступа в ОС Windows NT. Система безопасности и разграничения доступа к ресурсам в Windows NT. Файловая система NFTS и сервисы Windows NT.

9. Защита от несанкционированного копирования. Методы установки не копируемых меток, настройка устанавливаемой программы на конкретный компьютер, настройка на конфигурацию оборудования.

10. Защита от разрушающих программных воздействий. Вредоносные программы и их классификация. Загрузочные и файловые вирусы, программы-закладки. Методы обнаружения и удаления вирусов, восстановления программного обеспечения. Защита информации в вычислительных сетях Novell Netware, Windows NT и других.

**Перечень вопросов к кандидатскому экзамену по дисциплине
«Математическое и программное обеспечение вычислительных систем,
комплексов и компьютерных сетей»**

1. Понятие алгоритма и его уточнения: машины Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова, рекурсивные функции. Понятие об алгоритмической неразрешимости. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем.

2. 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)
3. Представление о сетях Петри для анализа свойств поведения параллельных программ (разметка, функционирование, развертка, граф достижимости).
4. Формальные языки и способы их описания. Классификация формальных грамматик. Их использование в лексическом и синтаксическом анализе.
5. Множества. Операции над множествами. Отображение множеств. Мощность множества. Действия над множествами. Диаграммы Венна.
6. Комбинаторика. Основы комбинаторного анализа. Метод производящих функций, метод включений и исключений. Примеры применения.
7. Алгебра логики. Булевы функции, канонические формы задания булевых функций. Понятие булевой алгебры. Примеры булевых алгебр.
8. Основные положения теории графов. Типы графов, способы задания графов. Изоморфизм, отображения. Критерий планарности. Виды и свойства бинарных деревьев. Перечисление бинарных деревьев. Алгоритмы обхода вершин графа. Алгоритмы разбиения графа на подграфы заданного типа.
9. Принципы работы вычислительной машины. Основные понятия в информационной системе. Уровни архитектуры ЭВМ и вычислительный процесс.
10. Архитектура современных компьютеров. Организации памяти и архитектура процессора современных вычислительных машин. Страницная и сегментная организация виртуальной памяти. Кэш-память.
11. Командный и арифметический конвейеры, параллельное выполнение независимых команд, векторные команды. Специализированные процессоры. Машины, обеспечивающие выполнение вычислений, управляемых потоком данных.
12. Организация ввода-вывода, каналы и процессоры ввода-вывода, устройства сопряжения с объектами.
13. Классификация вычислительных систем по способу организации параллельной обработки. Многопроцессорные и многомашинные комплексы. Вычислительные кластеры.
14. Назначение, архитектура и принципы построения информационно-вычислительных сетей. Локальные и глобальные ИВС, технические и программные средства объединения различных сетей.
15. Методы и средства передачи данных в информационно-вычислительных сетях, протоколы передачи данных. Особенности архитектуры локальных сетей (Ethernet, Token Ring, FDDI).
16. Сеть Internet, доменная организация, семейство протоколов TCP/IP. Информационно-вычислительные сети и распределенная обработка информации.

17. Существующие языки, стили и парадигмы программирования и их особенности. Основные принципы процедурного, функционального программирования.
18. Объектно-ориентированное проектирование и программирование. Принципы ООП. Этапы проектирования информационных систем.
19. Особенности программирования параллельных и распределенных систем. GRID-системы. Особенности программирования систем реального времени.
20. Классы ошибок в программном обеспечении. Принципы статической и динамической проверки программного кода. Методы тестирования программного обеспечения и области их применения.
21. Понятие и структура системы программирования. Разработка и отладка программ в интегрированной среде программирования.
22. Отличия компилятора, транслятора и интерпретатора. Визуальное программирование. Достоинства и недостатки автоматической генерации кода системы по модели.
23. Верификация программного обеспечения. Методы и метрики оценки характеристик программного обеспечения. Юзабилити.
24. Прикладные пакеты программ для математических расчетов, научных исследований; связанные с ними специализированные языки программирования и библиотеки программ.
25. Требования к программному продукту (надежность, переносимость, познаваемость, рациональная ресурсоемкость) и их влияние на системы программирования и технологии разработки программных систем.
26. Что такое программное изделие и программный продукт. Основные отличия промышленного, Open source и исследовательского программного приложения.
27. Жизненный цикл программного продукта. Отличия альфа, бета и продуктового релиза. Основные этапы разработки программ. Инstrumentальные средства поддержки.
28. Языки спецификаций программного обеспечения. Методы проверки спецификации. Отличия языков спецификаций от языков программирования. Защита авторских прав разработчиков программ.
29. Режимы функционирования вычислительных систем, структура и функции операционных систем. Основные блоки и модули.
30. Основные средства аппаратной поддержки функций операционных систем (ОС): система прерываний, защита памяти, механизмы преобразования адресов в системах виртуальной памяти, управление каналами и периферийными устройствами.
31. Виды процессов и управления ими в современных ОС. Представление процессов, их контексты, иерархии порождения, состояния и взаимодействие. Многозадачный (многопрограммный) режим работы. Команды управления процессами.
32. Операционные средства управления сетями. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI. Локальные и глобальные

сети. Сетевые ОС, модель клиент – сервер, средства управления сетями в ОС UNIX, MS Windows.

33. Основные понятия реляционной и объектной моделей данных. Теоретические основы реляционной модели данных (РДМ).
34. Реляционная алгебра, реляционное исчисление. Функциональные зависимости и нормализация отношений.
35. CASE-средства и их использование при проектировании базы данных.
36. Организация и проектирование физического уровня БД. Методы индексирования.
37. Обобщенная архитектура, состав и функции системы управления базой данных (СУБД).
38. Характеристика современных технологий БД. Примеры соответствующих СУБД.
39. Язык баз данных SQL. Средства определения и изменения схемы БД, определения ограничений целостности. Контроль доступа. Средства манипулирования данными.
40. Стандарты языков SQL. Основные понятия технологии клиент—сервер. Характеристика SQL-сервера и клиента. Сетевое взаимодействие клиента и сервера.
41. Аппаратные и программные методы защиты данных и программ. Защита данных и программ с помощью шифрования.
42. Проблемы защиты информации от несанкционированного доступа. Особенности защиты от несанкционированного доступа в операционной системе Windows. Организация разграничения доступа к ресурсам в современной операционной системе.
43. Защита от разрушающих программных воздействий. Вредоносные программы и их классификация.
44. Загрузочные и файловые вирусы, программы-закладки. Методы обнаружения и удаления вирусов, восстановления программного обеспечения.

4. Критерии оценивания ответа

Отлично	Полно раскрыто содержание вопросов; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, правильно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов.
Хорошо	Ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «отлично», но при этом может иметь следующие недостатки: в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание

	ответа допущены один - два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию; допущены ошибки или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию
Удовлетворительно	Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов.
Неудовлетворительно	Имели место существенные упущения при ответах на все вопросы билета или полное несоответствие по более чем 50% материала вопросов билета

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение

5.1 Основная литература

1. Томас Х. Кормен. Алгоритмы. Вводный курс // М.: Издательство «ВИЛЬЯМС», 2015. – 208 с. ISBN: 978-5-8459-1868-0, 978-5-8459-2073-7.
2. Громкович Ю. Теоретическая информатика: введение в теорию автоматов, теорию вычислимости, теорию сложности, теорию алгоритмов, рандомизацию, теорию связи и криптографию / Юрай Громкович. – 3-е изд. – СПб.: БХВ- Петербург, 2010.
3. Тишин В.В. Дискретная математика в примерах и задачах. Учебное пособие // Изд-во БХВ-Петербург, 2016, – 336 с. ISBN: 978-5-9775-3752-0.
4. Мелехин В.Ф., Павловский Е.Г. Вычислительные системы и сети: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования - М.: Издательский центр "Академия", 2013. - 208 с. - (Сер. Бакалавриат) ISBN 978-5-7695-9663-6
5. Т. Ничушина. Объектно-ориентированное программирование. Учебник // М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 456 с. – ISBN 978-5-7038-3921-8.
6. Н. В. Анашкина, Н. Н. Петухова, В. Ю. Смольянинов. Технологии и методы программирования // М.: Издательский центр Академия, 2012. – 384 с. ISBN: 978-5-7695-8429-9.
7. Н. Заботина. Проектирование информационных систем: учебное пособие // Издательство: ИНФРА-М, 2015. – 330 с. ISBN: 978-5-16-004509-2.
8. Татьяна Партика, Игорь Попов. Операционные системы, среды и оболочки // Издательства: Форум, Инфра-М. – 2013. – 560 с.

9. К. Дж. Дэйт. Введение в системы баз данных // Издательство «ВИЛЬЯМС», 2016. – 1328 с. ISBN: 978-5-8459-0788-2, 0-321-19784-4
10. И. Баженова. Основы проектирования приложений баз данных // Интернет-университет информационных технологий, Бином. Лаборатория знаний. – 2016. – 328 с. – ISBN 5-94774-539-9, 5-9556-0068-X.
11. А. С. Марков, К. Ю. Лисовский. Базы данных. Введение в теорию и методологию // М.: Финансы и статистика, 2004. – 512 с.
12. Владимир Новиков, Игорь Галушкин, Сергей Аксенов. Информационная безопасность и защита информации. Организационно-правовые основы // Издательство «Горячая Линия – Телеком», – 2016. – 312 с. – ISBN 978-5-9912-0591-7.

5.2. Дополнительная литература

1. Дональд Э. Кнут. Искусство программирования. Том 1. Основные алгоритмы // Издательство: Вильямс, Москва, 2015. – 720 с. – ISBN 978-5-8459-1984-7, 978-5-8459-0080-7, 0-201-89683-4.
2. Род Стивенс. Алгоритмы. Теория и практическое применение // Москва: Изд-во «Эксмо», 2016. – 544 с. ISBN 978-5-699-81729-0.
3. В. Олифер, Н. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы // СПб.: Питер, 2016. – 992 с., ISBN 978-5-496-01967-5.
4. . Л. Бродо, О. П. Ильина. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации // СПб.: Питер, 2011. – 560 с. – 4-е изд. – ISBN: 5498078757, 9785498078755.
5. Б. Керниган, Р. Пайк. Практика программирования // Издательство «ВИЛЬЯМС», 2015. – 287 с. ISBN: 978-5-8459-2005-8.
6. Новиков Ю. В., Скоробогатов П. К. Основы микропроцессорной техники // Интернет-университет информационных технологий – ИНТУИТ.ру, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 358 стр. – ISBN 978-5-9963-0023-5.
7. Б. Страуструп. Программирование. Принципы и практика использования C++ // 2-е изд. – Издательство «ВИЛЬЯМС», 2016, – 1328 с. – ISBN 978-5-8459-1949-6, 978-0-321-99278-9.
8. Стив Макконнелл. Совершенный код: практическое руководство по разработке программного обеспечения // Издательство "Русская Редакция", 2014. – 896 с. ISBN 978-5-7502-0064-1.
9. Эдуард Фуфаев, Дмитрий Фуфаев. Базы данных // М.: Издательский центр Академия, 2013. – 8 изд. – 320 с. – ISBN: 978-5-7695-9902-6.
10. Гради Буч, Роберт А. Максимчук, Майкл У. Энгл, Бобби Дж. Янг, Джим Коналлен, Келли А. Хьюстон. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений (UML 2) // Издательство: Вильямс, Москва, – 2010 г. – 720 стр. – ISBN 978-5-8459-1401-9.
11. Галатенко В. А. Основы информационной безопасности // Интернет-университет информационных технологий — ИНТУИТ.ру, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 г., 208 стр. (ISBN 978-5-94774-821-5)

5.3 Интернет ресурсы

1. Scopus, база данных рефератов и цитирования, <http://www.scopus.com>.
2. ScienceDirect (Elsevier), база данных научного цитирования, естественные науки, техника, медицина и общественные науки, <http://www.sciencedirect.com>.
3. :Web of Science Core Collection – международная междисциплинарная база данных научного цитирования, <http://www.webofknowledge.com>.
4. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ», <http://e.lanbook.com>.
5. Университетская библиотека ONLINE, электронно-библиотечная система, <http://biblioclub.ru/>.
6. Образовательная платформа - электронно-библиотечная система издательства «Юрайт», <https://urait.ru/>.
7. Электронно-библиотечная система Znanium.com, <http://www.znanium.com>.
8. Центральная Научная Библиотека имени Н.И. Железнова, <http://www.library.timacad.ru>.
9. United Nations Environment Program: www.unep.org.
- 10.eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/>.
- 11.Национальная электронная библиотека, <https://rusneb.ru/>.
- 12.Электронная библиотека IOP Science дома научного контента от IOP Publishing, <http://iopscience.iop.org/>.
- 13.Электронная библиотека SPIE. Digital library, <http://spiedigitallibrary.org/>.
- 14.Архив научных журналов Министерства образования и науки Российской Федерации, <http://archive.neicon.ru/xmlui/>.
- 15.Библиотека издательства Annual Reviews, библиотека журналов <http://www.annualreviews.org>.
- 16.Библиотека Российского фонда фундаментальных исследований, <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>.
- 17.Центральная научная библиотека ФИЦ КНЦ СО РАН, <http://cnb.krasn.ru>.
- 18.Электронная библиотека Nature, <http://www.nature.com>.
- 19.Электронная библиотека Science, <http://www.sciencemag.org>.
- 20.База данных научного цитирования издательства Taylor&Francis Group, <http://www.tandfonline.com/>.
- 21.Онлайн-библиотека Wiley Online Library, <http://onlinelibrary.wiley.com>.
- 22.Электронная библиотека журналов открытого доступа ACS Publications, <http://pubs.acs.org/>.
- 23.Электронная библиотека журналов Американского физического общества APS physics, <http://publish.aps.org>.
- 24.Электронно-библиотечная система Scitation, издательство AIP Publishing Books, <http://scitation.aip.org>/.
- 25.Цифровой образовательный ресурс – электронная библиотечная система IPR SMART, <http://www.iprbookshop.ru>/.
- 26.Библиотека издательства Oxford Academic, <http://www.oxfordjournals.org>.

27. Справочная библиотека издательства Oxford University Press, цифровая платформа Oxford Reference, <http://www.oxfordreference.com>.
28. Электронная система исследовательских журналов мирового уровня открытого доступа SAGE journals, <http://online.sagepub.com/>.

Согласовано:

Заведующий кафедрой фундаментальных
дисциплин и методологии науки

В.В. Минеев

Заведующий аспирантурой

Е.В. Нефедова

Декан факультета подготовки кадров

А.Н. Кокорин