

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(СПб ФИЦ РАН)

**Вопросы к вступительному экзамену по специальной дисциплине  
научная специальность 2.3.5. Математическое и программное обеспечение  
вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей**

**1. Математические основы программирования**

1.1. 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.

1.2. 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.

1.3. 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, задача коммивояжера).

1.4. 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.

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

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

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

1.8. Лямбда-исчисление, правила редукции, единственность нормальной формы и правила ее достижения, представление рекурсивных функций.

1.9. Искусственный интеллект. Машинное обучение. Глубокое обучение. Архитектуры искусственных нейронных сетей - ИНС (например, многослойный перцептрон, глубокая ИНС, сверточная ИНС, рекуррентная ИНС, ИНС с памятью). Фреймворки для работы с ИНС.

**2. Вычислительные машины, системы и сети**

2.1. Архитектура современных компьютеров. Организации памяти и архитектура процессора современных вычислительных машин. Страничная и сегментная организация виртуальной памяти. Кэш-память. Командный и арифметический конвейеры, параллельное выполнение независимых команд, векторные команды. Специализированные процессоры.

2.2. Классификация вычислительных систем (ВС) по способу организации параллельной обработки. Многопроцессорные и многомашинные комплексы. Вычислительные кластеры. Проблемно-ориентированные параллельные структуры: матричные ВС, систолические структуры, нейросети.

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

2.4. Особенности архитектуры локальных сетей (например, Ethernet, Token Ring, FDDI, Peer-to-Peer).

2.5. Сеть Internet, доменная организация, семейство (стек) протоколов TCP/IP. Информационно-вычислительные сети и распределенная обработка информации.

2.6. 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. Семейство протоколов TCP/IP, структура и типы IP-адресов, доменная адресация в Internet. Транспортные протоколы TCP, UDP.

2.7. Удаленный доступ к ресурсам сети. Организация электронной почты, телеконференций. Протоколы передачи файлов FTP, HTTP и HTTPS, язык разметки гипертекста HTML, разработка WEB-страниц, DOM-модель, язык разметки XML.

2.8. 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. Технология предотвращения выполнения данных.

2.9. Программная инфраструктура организации глобально распределенной обработки данных. Облачные и туманные вычисления. Интернет вещей (IoT) и социобиокиберфизические системы.

2.10. Управление внешними устройствами.

### **3. Языки и системы программирования**

3.1. Языки программирования. Процедурные языки программирования (например, Фортран, Си, Pascal, Basic), Функциональные языки программирования (например, Лисп, Erlang), логическое программирование (например, Пролог, Planner), объектно-ориентированные языки программирования (например, C++, C#, Java, Python, Kotlin).

3.2. 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.

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

3.4. 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.

3.5. Машинно-ориентированные языки программирования, язык ассемблера. Представление машинных команд и констант. Команды транслятору. Их типы, принципы реализации. Макросредства, макровыводы, языки макроопределений, условная макрогенерация, принципы реализации.

3.6. Отладка, тестирование, верификация, трансформация и оценивание сложности программ. Генерация тестов. Системы генерации тестов. Срезы программ (slice, chop) и их применение при отладке программ и для генерации тестов.

3.7. 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.

3.8. 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, Iburg и др.).

3.9. Средства автоматизированной сборки. Выполнение тестов. Развёртывание программы в целевой среде. Менеджеры пакетов и репозитории.

## **4. Операционные системы**

4.1. Технологии и архитектуры клиент-сервер. Характеристики SQL-сервера и клиента. Сетевое взаимодействие клиента и сервера.

4.2. Человеко-машинные интерфейсы. Графические интерфейсы пользователя (GUI), речевые, жестовые и многомодальные интерфейсы. Мультимедийные системы.

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

4.4. 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.

4.5. 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.

4.6. Операционные средства управления процессами при их реализации на параллельных и распределенных вычислительных системах и сетях: стандарты и программные средства PVM, MPI, OpenMP, POSIX.

4.7. Одноуровневые и многоуровневые дисциплины циклического обслуживания процессов на центральном процессоре, выбор кванта.

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

4.9. Основные принципы управления транзакциями, журнализацией и восстановлением.

4.10. Технологии и программные средства машинного зрения, компьютерной графики, визуализации, виртуальной, дополненной и смешанной реальности.

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

5.1. Концепция типа данных. Абстрактные типы данных. Объекты (основные свойства и отличительные признаки).

5.2. Основные структуры данных, алгоритмы обработки и поиска. Сравнительная характеристика методов хранения и поиска данных.

5.3. Основные понятия реляционной и объектной моделей данных.

5.4. Теоретические основы реляционной модели данных (РДМ). Реляционная алгебра, реляционное исчисление. Функциональные зависимости и нормализация отношений.

5.5. CASE-средства и их использование при проектировании баз данных (БД). Системы управления базами данных (СУБД).

5.6. Язык баз данных SQL. Средства определения и изменения схемы БД, определения ограничений целостности. Контроль доступа. Средства манипулирования данными. Системы управления базами данных (СУБД).

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

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

5.9. Аппаратные и программные методы защиты данных, программ, вычислительных систем и сетей. Межсетевые экраны. Компьютерные вирусы и антивирусы.

5.10. Основные технологии и программные средства обработки изображений, видеоданных и аудиоданных (речи).