

Раздел 1. Алгоритмы и структуры данных

1. Сортировка слиянием (mergesort). Определение числа инверсий в перестановке за $O(n \log n)$.
2. Быстрая сортировка (quicksort). Поиск k -й порядковой статистики за линейное в среднем время.
3. Двоичная куча. Пирамидальная сортировка. Построение кучи за линейное время.
4. Хеш-таблицы. Методы разрешения коллизий: метод цепочек, открытая адресация. Универсальное семейство хеш-функций.
5. Амортизированная сложность. Динамический массив и оценка сложности его операций.
6. Динамическое программирование: одномерное, двумерное.
7. Самобалансирующиеся деревья поиска (рассказать любое на выбор). Реализация и оценка сложности операций вставки, удаления, поиска.
8. Графы. Представление графов в памяти. Обход в ширину. Обход в глубину. Топологическая сортировка.
9. Задача поиска кратчайших путей в графе. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Форда–Беллмана.
10. Задача построения минимального остовного дерева. Алгоритм Крускала. Алгоритм Прима.
11. Задача о максимальном потоке в графе. Теорема Форда–Фалкерсона. Алгоритм Эдмондса–Карпа.
12. Дерево отрезков. Ограничения на поддерживаемую операцию. Запросы модификации на отрезке.
13. Быстрое преобразование Фурье. Применение для умножения длинных чисел и многочленов.
14. Нахождение обратного элемента по модулю. Быстрое возведение в степень.
15. Задача поиска подстроки в строке. Алгоритм Рабина–Карпа. Алгоритм Кнута–Морриса–Пратта.
16. Бор. Алгоритм Ахо–Корасик.

Раздел 2. Основные концепции языков программирования

(По выбору студента, можно отвечать на вопросы, используя язык C++ или Java)

C++:

1. Фундаментальные типы данных. Целочисленные типы, представление отрицательных чисел. Числа с плавающей точкой, их двоичное представление. Символьный и логический типы. Явные и неявные приведения типов. Перегрузка функций.
2. Области памяти. Стек, куча, статическая память. Ошибка “stack overflow”. Способы ручного управления памятью.

3. Указатели. Сходства и различия между указателями и массивами. Ссылки. Константы. Комбинация слова `const` с указателями и ссылками.
4. Классы. Объекты. Поля, методы. Конструкторы. Ключевое слово `this`. Статические члены класса. Модификаторы доступа, инкапсуляция. Внутренние классы, локальные классы, их особенности и примеры.
5. Наследование. Преобразования типов между родителем и наследником. Переопределение методов у наследника. Абстрактные классы. Виртуальные функции. Принцип подстановки Лисков.
6. Исключения. Иерархия исключений. Проблемы исключений в конструкторах и деструкторах. Ключевое слово `noexcept`.
7. Шаблоны классов и функций. Специализации шаблонов. Разница между перегрузкой и специализацией для шаблонов функций. Зависимые имена в шаблонах. Простейшие `traits`.
8. Стандартные контейнеры: `vector`, `list`, `deque`, `map`, `unordered_map`. Их основные методы и внутреннее устройство.
9. Лямбда-функции. Элементы функционального программирования. Захват окружения. Обобщенные лямбда-функции.
10. Move-семантика. Rvalue-ссылки и их отличия от обычных ссылок. Функции `std::move` и `std::forward`.
11. Идиома RAII. Умные указатели. Основные методы и внутреннее устройство класса `std::shared_ptr`.
12. Правило одного определения (ODR). Линковка. Единицы трансляции. Ключевое слово `extern`. Динамические библиотеки.
13. Основы многопоточности. Поток (threads). Создание и завершение потоков. Проблема `race condition`. Мьютексы и их использование.
14. Модель памяти. Проблема гонки данных и ее решение. Отношение `happens-before`. Класс `std::atomic` и разновидности `memory order`.
15. Асинхронное программирование. Блокирующие и неблокирующие операции. Классы `std::promise` и `std::future`.

Альтернативные варианты вопросов 12-15 из программы курса C++ набора 2022 года:

12. Итераторы. Категории итераторов. Принцип работы `range-based for`. Инвалидация итераторов в контейнерах. Output-итераторы. Const- и reverse-итераторы. Функции `std::advance` и `std::distance`.
13. Аллокаторы. Класс `std::allocator` и структура `std::allocator_traits`. Использование аллокаторов в контейнерах. Placement new. Перегрузка операторов `new` и `delete`.
14. Идиома `type erasure`. Класс `std::any` и его внутреннее устройство. Класс `std::function`, его применение и внутреннее устройство.
15. Ограничения, ключевое слово `requires`. Виды ограничений. Концепты (concepts). Примеры реализации и использования концептов.

Java:

1. Фундаментальные типы данных. Целочисленные типы, представление отрицательных чисел. Числа с плавающей точкой, их двоичное представление. Символьный и логический типы. Явные и неявные приведения типов. Перегрузка функций.
2. Классы. Объекты. Поля, методы. Конструкторы. Ключевое слово `this`. Статические члены класса. Модификаторы доступа, инкапсуляция. Внутренние классы, локальные классы, их особенности и примеры.
3. Наследование. Преобразования типов между родителем и наследником. Переопределение методов у наследника. Абстрактные классы. Интерфейсы. Принцип подстановки Лисков.
4. Исключения. Иерархия исключений. Проверяемые и непроверяемые исключения. Конструкция `try with resources`.
5. Стандартные коллекции: `ArrayList`, `LinkedList`, `HashMap`, `TreeMap`, `LinkedHashMap`. Их основные методы и внутреннее устройство.
6. Лямбда-функции. Элементы функционального программирования. Захват окружения. Ссылки на методы.
7. `Optional`. `Stream API`. Промежуточные и терминальные операции. Коллекторы, комбинации коллекторов.
8. Аннотации. Объявление и применение аннотаций. Мета-аннотации `@Target`, `@Retention`. Параметры аннотаций.
9. Основы многопоточности. Потoki (`threads`). Создание и завершение потоков. Проблема `race condition`. Мьютексы и их использование.
10. `Spring Framework`. Чем отличается управление объектами через `'new'` от управления через `Inversion of Control`. Какие способы внедрения зависимостей поддерживаются. Что такое `Spring Bean` и какие аннотации используются для создания бинов. Скоупы бинов.
11. `Spring MVC`. Отличие `@Controller` от `@RestController`. Мappings HTTP-запросов (`@GetMapping`, `@PostMapping` и т.д.). Обработка исключений с помощью `@ControllerAdvice`. Интерсепторы. Валидация объектов (`@NotBlank`, `@Email` и т.д.).
12. `OpenAPI`. Использование `OpenAPI` в документирование `REST API`. Инструменты для генерации документации `OpenAPI` в `Spring`.
13. `Hibernate`. Как `Hibernate` связан с `JPA`. Как работают `@OneToMany`, `@ManyToOne`, `@ManyToMany`? В чем разница между `'EAGER'` и `'LAZY'` загрузкой? Жизненный цикл сущности в `Hibernate`. Транзакции в `Spring` (`@Transactional`), параметры `'isolation'` и `'propagation'`.
14. `Spring Security`. Настройка аутентификации через базу данных. Реализация `JWT`-аутентификации в `Spring Security`.
15. Синхронное и асинхронное взаимодействие в распределенной среде, их преимущества и недостатки. Реализации инструментов (`HTTP`, брокеры сообщений и т.д.).

Раздел 3. Базы данных

1. Реляционная модель данных: Основные понятия: отношение, атрибут, кортеж, домен, схема, степень. Ключи: потенциальный, первичный, внешний.
2. Основы SQL. SELECT: синтаксис, порядок выполнения. Фильтрация, сортировка, агрегация. Соединений (JOIN), типы соединений. Теоретико-множественные операции.
3. Оконные функции в SQL: синтаксис OVER(), PARTITION BY, ORDER BY. агрегатные функции в оконном контексте. Ранжирующие функции. Смещения. Фреймы.
4. CTE (Common Table Expressions): Синтаксис WITH, рекурсивные CTE.
5. Проектирование баз данных. Обеспечение целостности, устранение аномалий, минимизация избыточности. Этапы проектирования: Концептуальное (ER-диаграммы, связи), логическое (нормализация), физическое.
6. Нормализация в базах данных. Нормальные формы: определения 1НФ, 2НФ, 3НФ, НФ Бойса-Кодда.
7. Транзакции в SQL. Команды для работы с транзакциями. Свойства ACID: Атомарность, Согласованность, Изолированность, Долговечность.
8. Уровни изоляции транзакций. Проблемы изолированности: "Грязное чтение", "Неповторяющееся чтение", "Фантомы".
9. План запроса: Операторы EXPLAIN и ANALYZE. Чтение и анализ плана (Seq Scan, Index Scan, Join методы).
10. Индексы: Назначение, условия использования. Типы: B-Tree, Hash, GiST, GIN, BRIN (номинально)
11. Методы доступа к данным: Seq Scan, Index Scan, Index Only Scan, Bitmap Scan.
12. Буферный кэш и WAL (Write-Ahead Log): Принципы работы, роль в обеспечении ACID.
13. Реализация изоляций транзакций в PostgreSQL. Версии строк. Снимки данных. Отмена транзакций. Горизонт транзакции и горизонт базы данных. Ручная и автоматическая очистка (VACUUM).

Раздел 4. Компьютерные сети

1. Основы организации компьютерных сетей. Эталонные модели сетей. Модель взаимодействия открытых систем ISO OSI. Модель TCP/IP. Стек протоколов TCP/IP.
2. Канальный уровень. MAC-адреса. Технология Ethernet, работа коммутаторов. Протокол ARP.
3. Канальный уровень. Технология Wi-Fi. Метод доступа к разделяемой среде CSMA/CA.
4. Сетевой уровень. IP-адреса. Протокол IP. Версии IP: IPv4 и IPv6.
5. Сетевой уровень: маршрутизация. Задача маршрутизации. Маршрутизатор. Таблица маршрутизации.
6. Транспортный уровень. Порты. Протокол UDP. Сокеты.

7. Транспортный уровень. Протокол TCP. Обеспечение надежной передачи данных. Подтверждения. Скользящее окно. Соединение TCP. Управление потоком и перегрузкой.
8. Транспортный уровень. Протокол QUIC.
9. Прикладной уровень. Протокол HTTP. Версии протокола HTTP: 1, 2, 3.
10. Прикладной уровень. Система доменных имен DNS. Протокол DNS.
11. Защищенные сетевые протоколы: TLS, HTTPS.

Раздел 5. Машинное обучение

1. Базовые понятия: объекты, признаки, целевые значения (таргет), обучающая, тестовая и валидационная выборка. Стандартные задачи машинного обучения: классификация, регрессия и кластеризация. Обучение с учителем и без учителя. Метрики качества и функции потерь. Недообучение и переобучение, кривые обучения. Кросс-валидация и ее виды. Параметры и гипер-параметры алгоритмов.
2. Простые методы решения стандартных задач машинного обучения. Метод ближайших соседей и центроидный классификатор, наивный байесовский классификатор, метод K средних (KMeans).
3. Линейная классификация и регрессия. Функции потерь и метод стохастического градиентного спуска. Регуляризация в линейных моделях. Оптимизационная задача в логистической регрессии и методе опорных векторов. Аналитическое решение в задаче линейной регрессии и гребневой регрессии. Оптимизационная задача в LASSO. Различия между l_1 и l_2 регуляризаторами.
4. Метод опорных векторов. Постановка условной оптимизационной задачи (в случае линейно неразделимой выборки) из принципа максимизации разделяющей полосы. Сведение условной задачи оптимизации к безусловной. Опорные векторы и их связь с двойственной задачей. Kernel trick.
5. Решающие деревья и ансамбли. Критерии выбора разбиений в узлах дерева. Бэггинг и бустинг: идея и различия. Случайный лес. Градиентный бустинг над деревьями.
6. Метрики оффлайн качества в задачах обучения с учителем: accuracy, precision, recall, F1, ROC-AUC, log loss, MSE, MAE, MAPE, SMAPE. Онлайн оценка качества: основная идея A/B тестирования и оценки стат.значимости.
7. Обучение без учителя. Задача кластеризации. KMeans, иерархическая кластеризация, DBSCAN. Задача понижения размерности. Метод главных компонент (идея и интерпретация, без вывода). Manifold learning (основная идея и примеры алгоритмов)
8. Нейронные сети. Принцип работы и матричная запись. Примеры нелинейностей. Граф вычислений. Метод обратного распространения ошибки. Связь с методом стохастического градиентного спуска.