Приложение 14

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ: «РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ» ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ ПО КОНКУРСНЫМ ГРУППАМ ВШПИ

Вступительное испытание состоит из двух частей: письменной части и устной части (решение практических заданий по программированию, продолжительностью 3 астрономических часа). Итоговая оценка по специальности ставится по результатам обеих частей испытания.

Письменная часть выполняется дистанционно с помощью системы прокторинга. По умолчанию, время начала практической части – 10:00. В случае, если в расписании экзаменов сдача экзамена по специальности растянута на несколько дней, письменная часть проходит только в первый из указанных дней. Решения необходимо отправлять в систему Яндекс.Контест. Более подробная информация о системе прокторинга и доступ к системе Яндекс.Контест высылается на электронный адрес, указанный в заявлении не позднее, чем за час до времени начала проведения практического задания. В процессе решения задач разрешается пользоваться доступом к системе Яндекс.Контест с одного компьютера, а также справочными материалами по стандартным библиотекам для допустимых языков программирования – на том же устройстве, на котором проходит выполнение практического задания. Пользоваться другими электронными устройствами запрещено. Разрешается использовать рукописные бумажные материалы (но не распечатки или ксерокопии) объемом не более 48 листов формата А5.

Устная часть экзамена по специальности проходит в дистанционном формате и предполагает беседу с экзаменаторами. На устной части происходит:

1. Обсуждение итогов выполнения практического задания;
2. Ответ на устную часть из программы экзамена;
3. Собеседования.

Вопросы, которые могут быть заданы на собеседовании:

1. Обоснование выбора вуза, конкретной программы. Установлен ли контакт с Высшей школы программной инженерии и ее индустриальных партнеров.
2. Где заканчивали бакалавриат / специалитет и по какие образовательным программам, какие дополнительные образовательные программы заканчивали. Сфера научных интересов.

3. Наличие индивидуальных достижений – участие в конкурсах, конференциях, наличие публикаций и т.п.

4. Если опыт работы в ИТ-индустрии. Если есть, то в каких компаниях и какой продолжительности.

5. Дальнейшие планы развития.

6. Социальная активность – волонтерская, общественная деятельность, хобби.

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 языка программирования 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. Потоки (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`. Маппинг 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 k 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 l1 и l2 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.

Оценивание вступительного испытания

Вступительное испытание оценивается по шкале от 0 до 40 баллов. Минимальное количество баллов, соответствующее успешному прохождению вступительного испытания, – **15 баллов**.

Критерии оценивания:

38-40 баллов – даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией, практические задания выполнены верно, выбран рациональный путь решения.

32-37 баллов – даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией, практические задания выполнены верно, но выбран нерациональный путь или допущены незначительные локальные неточности.

26-31 баллов – даны обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, практические задания выполнены в основном верно, но допущены неточности, не нарушающие ход рассуждения или изложения.

15-25 баллов – даны в целом правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы, практические задания выполнены в основном верно, но допущены неточности, влияющие на ход рассуждения или изложения.

0-14 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки, практические задания не выполнены или допущены содержательные (в том числе математические) ошибки.