Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра информатики

Дисциплина: Модели данных и системы управления базами данных

*К защите допустить:*

И.О. Заведующего кафедрой информатики

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_С. И. Сиротко

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

на тему

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОДБОРА ВАКАНСИЙ И РАЗВИТИЯ КАРЬЕРЫ**

БГУИР КП 1-40 04 01 008 ПЗ

Студент     А. В. Евдоковец

Руководитель                                                                          А. В. Давыдчик

Минск 2025

CОДЕРЖАНИЕ

[Введение 5](#_Toc212484135)

[1 Архитектура программного обеспечения 7](#_Toc8037)

[1.1 Системы подбора вакансий и управления карьерой 6](#_Toc212484137)

[1.2 Анализ преимуществ и недостатков существующих решений 10](#_Toc212484138)

[1.3 Итоги по результатам обзора 11](#_Toc212484139)

[2 Функциональные требования и инструменты разработки 13](#_Toc212484140)

[2.1 Назначение разработки 13](#_Toc212484141)

[2.2 Состав выполняемых функций 13](#_Toc212484142)

[2.3 Программные средства и технологии реализации 14](#_Toc212484143)

[2.4 Выходные данные 14](#_Toc212484146)

[2.5 Требования к временным характеристикам 15](#_Toc212484147)

[2.6 Требования к временным характеристикам 16](#_Toc212484148)

[2.7 Условия эксплуатации 16](#_Toc212484149)

[2.8 Требования к составу и параметрам технических средств 16](#_Toc212484150)

[2.9 Требования к информационной и программной совместимости 17](#_Toc212484151)

[2.10 Обоснование выбора инструментов разработки 17](#_Toc212484152)

[3 Проектирование базы данных 20](#_Toc212484153)

[3.1 Описание проектирования 20](#_Toc212484154)

[4 Разработка базы данных 23](#_Toc212484155)

[4.1 Создание структуры базы данных 23](#_Toc212484156)

[4.2 Ключевые sql-скрипты 23](#_Toc212484157)

[5 Тестирование работоспособности базы данных 26](#_Toc212484158)

[Список литературных источников 29](#_Toc212484159)

[Приложение А (обязательное) Справка о проверке на заимствования 30](#_Toc212484160)

[Приложение Б (обязательное) Листинг программного кода 31](#_Toc212484163)

# ВВЕДЕНИЕ

Современный рынок труда характеризуется высокой динамичностью и возрастающей сложностью навигации для всех участников процесса. Соискатели сталкиваются с проблемой оперативного поиска релевантных вакансий, соответствующей оценки своих компетенций и построения эффективной траектории карьерного развития. В свою очередь, работодатели заинтересованы в привлечении квалифицированных специалистов, чей профиль максимально соответствует требованиям компании, что затруднительно при использовании исключительно ручных методов подбора. Существующие платформы зачастую решают лишь часть этих задач, фокусируясь либо на агрегации вакансий, либо на предоставлении статичных резюме, без глубокой интеграции сервисов анализа навыков и развития карьеры. Это создает предпосылки для разработки комплексного веб-приложения, которое объединило бы в себе инструменты для интеллектуального подбора вакансий, управления профессиональным профилем и планирования карьерного роста. Фундаментом такого приложения, обеспечивающим надежность, производительность и масштабируемость, должна стать грамотно спроектированная база данных.

Целью данной курсовой работы является проектирование и реализация базы данных для веб-приложения, предназначенного для подбора вакансий и развития карьеры. В рамках достижения поставленной цели необходимо решить следующий перечень задач:

1. Провести анализ предметной области и сформулировать функциональные требования к системе, определив ключевые сущности и бизнес-процессы.
2. Выполнить обзор существующих решений и аналогов на рынке труда для выявления лучших практик и потенциальных областей для улучшения.
3. Обосновать выбор системы управления базами данных PostgreSQL и определить сопутствующие инструменты для разработки.
4. Спроектировать концептуальную и логическую модель данных, наглядно отображающие сущности, их атрибуты и связи между ними.
5. Разработать физическую модель базы данных в среде PostgreSQL, включая создание таблиц, назначение первичных и внешних ключей, индексов, ограничений целостности, а также написание скриптов для заполнения таблиц тестовыми данными.
6. Провести всестороннее тестирование работоспособности и эффективности базы данных, реализовав набор типовых SQL-запросов, таких поиск вакансий по критериям, сопоставление навыков соискателя с требованиями работодателя и отслеживание карьерного прогресса.

Успешная реализация данного проекта позволит создать масштабируемое и эффективное ядро для будущего веб-приложения. Такая система призвана существенно упростить процесс поиска работы для соискателей за счет персонифицированных рекомендаций и прозрачности требований, а также оптимизировать процедуру подбора персонала для работодателей, минимизировав временные затраты. Пояснительная записка оформлена в соответствии с СТП 01–2024 [1].

# 1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АНАЛОГОВ

## Системы подбора вакансий и управления карьерой

Анализ современных платформ для поиска работы и рекрутинга, таких как HeadHunter, LinkedIn, Habr Career и аналогичных специализированных решений, демонстрирует различные архитектурные подходы к организации данных о вакансиях, кандидатах и процессах подбора, что представляет значительную ценность для проектирования собственной системы. Комплексное изучение данных систем позволяет выявить общие закономерности и специфические особенности реализации функциональных модулей, аналогичных разрабатываемому веб-приложению.

Платформа HeadHunter, являющаяся одним из лидеров на рынке стран СНГ, использует реляционную модель данных с высокой степенью нормализации. Ключевой особенностью её архитектуры является разделение данных на независимые модули для соискателей и работодателей, которые взаимодействуют через четко определенные интерфейсы. База данных построена вокруг центральных сущностей «Резюме» и «Вакансия», связанных сложной системой отношений через промежуточные таблицы откликов и приглашений. Для обеспечения высокой производительности поиска и рекомендаций система использует комбинированные индексы по нескольким полям, а также предварительно рассчитанные агрегированные данные о соответствии кандидатов и вакансий.

Профессиональная социальная сеть LinkedIn демонстрирует архитектуру, ориентированную на построение профессиональных связей и рекомендаций. Особенностью ее базы данных является хранение графа профессиональных контактов и алгоритмическое определение силы связей между пользователями. Система использует гибридный подход к хранению данных: основная информация о пользователях и компаниях хранится в реляционной базе, тогда как данные для систем рекомендаций и быстрого поиска кэшируются в специализированных хранилищах. Сложные запросы для формирования ленты новостей и рекомендаций вакансий выполняются с использованием предварительно рассчитанных материализованных представлений.

Специализированная платформа Habr Career, ориентированная на IT-специалистов, использует более узконаправленную архитектуру данных. Ее особенностью является глубокое структурирование информации о технологических стеках и профессиональных навыках. База данных содержит сложные связи между вакансиями, компаниями и технологиями, что позволяет реализовать точный поиск по техническим критериям. Система активно использует механизм тегов и их иерархию для классификации навыков и требований, что обеспечивает высокую релевантность поиска как для соискателей, так и для работодателей.

Проведенный анализ показывает, что для создания эффективного веб-приложения управления вакансиями и развития карьеры оптимальным является реляционный подход с тщательно продуманной структурой данных, обеспечивающей целостность информации и поддерживающей сложные запросы на сопоставление кандидатов и вакансий. При этом важным аспектом является реализация механизмов для оперативного формирования персональных рекомендаций и аналитической отчетности.

## Анализ преимуществ и недостатков существующих решений

Для формирования обоснованных требований к разрабатываемой системе управления вакансиями и развития карьеры необходимо провести детальный анализ сильных и слабых сторон существующих на рынке решений. Это позволит выделить ключевые функциональные возможности, которые должны быть реализованы в новой системе для достижения конкурентных преимуществ. Рассмотрение архитектурных и пользовательских характеристик популярных платформ предоставляет ценную информацию для проектирования оптимальной модели данных и определения приоритетов разработки.

Платформа HeadHunter демонстрирует высокую эффективность в обработке большого объема вакансий и резюме, что обеспечивается продуманной системой индексации и кэширования. К преимуществам можно отнести развитую систему фильтрации, мощный поисковый механизм и детальную структуру данных о профессиональной деятельности. Однако система обладает и определенными недостатками, среди которых можно выделить сложность интерфейса для начинающих пользователей, ограниченные возможности для управления карьерным развитием и отсутствие встроенных инструментов для построения индивидуальных траекторий профессионального роста.

Профессиональная сеть LinkedIn предлагает уникальные возможности для установления профессиональных контактов и получения рекомендаций на основе социальных связей. Архитектура данных платформы эффективно поддерживает механизмы сетевых взаимодействий и репутационные модели. К преимуществам относится глобальный охват, интеграция с профессиональным сообществом и расширенные возможности личного брендинга. Среди недостатков отмечаются высокая стоимость премиальных функций для рекрутинга, общая ориентированность на западный рынок труда и недостаточная детализация требований к специфическим техническим навыкам.

Специализированная платформа Habr Career демонстрирует высокую эффективность в IT-сегменте за счет глубокой специализации и понимания отраслевых особенностей. Система предлагает качественную фильтрацию по технологическим стекам и детализированные требования к навыкам. Основными преимуществами являются релевантная целевая аудитория, точный подбор по техническим параметрам и качественный пользовательский контент. К недостаткам можно отнести ограниченность другими профессиональными областями, меньший по сравнению с крупными платформами объем вакансий и менее развитые инструменты для карьерного консультирования.

Анализ показал, что несмотря на наличие развитых решений на рынке, существует потребность в системе, которая сочетает в себе простоту использования, мощные инструменты подбора и комплексный подход к управлению карьерой. Наиболее перспективным направлением представляется создание платформы, объединяющей преимущества крупных агрегаторов вакансий с специализированными возможностями планирования профессионального развития.

## Итоги по результатам обзора

Проведенный анализ существующих решений для поиска работы и подбора персонала позволил сформулировать четкие требования к разрабатываемой системе и выявил ее потенциальные конкурентные преимущества. Исследование универсальных платформ, профессиональных сетей и специализированных решений показало наличие определенного разрыва между системами, ориентированными исключительно на рекрутинг, и платформами, предоставляющими комплексные услуги по развитию карьеры.

Ключевые выводы анализа могут быть структурированы следующим образом. Существующие крупные платформы обеспечивают широкий охват и большой объем данных, но предлагают ограниченные возможности для управления карьерным развитием и построения индивидуальных профессиональных траекторий. Специализированные решения демонстрируют высокую эффективность в отдельных сегментах рынка труда, но страдают от ограниченности аудитории и функциональности. Наблюдается выраженный дефицит интегрированных решений, сочетающих инструменты для поиска работы и комплексного планирования профессионального роста с персональными рекомендациями.

На основе выявленных тенденций была определена целевая ниша разрабатываемой системы – обеспечение комплексного решения для соискателей и работодателей, объединяющего эффективные инструменты подбора с функциями управления карьерой. Система должна предоставлять симметричный функционал для обеих категорий пользователей, обеспечивая работодателям доступ к качественным кандидатам, а соискателям – инструменты для профессионального развития. Основные архитектурные решения включают модульную структуру с разделением на HRM-модуль для компаний и персональный модуль для соискателей, использование реляционной модели данных с поддержкой транзакционности для критически важных операций и реализацию механизмов рекомендаций на основе анализа соответствия требований и компетенций.

Приоритетными направлениями развития определены интуитивный пользовательский интерфейс, не требующий длительного обучения, автоматизация процессов сопоставления кандидатов и вакансий, гибкая система управления навыками и компетенциями, инструменты для построения карьерных траекторий. Разрабатываемая система призвана заполнить существующий рыночный пробел, предложив сбалансированное решение, которое сочетает в себе лучшие черты крупных платформ и специализированных сервисов, обеспечивая при этом комплексный подход к управлению карьерой.

# 2 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ РАЗРАБОТКИ

В рамках курсового проекта требуется разработать базу данных для веб-приложения подбора вакансий и развития карьеры. Основной акцент делается на проектировании и реализации реляционной структуры данных, обеспечивающей хранение, обработку и целостность информации о компаниях, вакансиях, соискателях, резюме и процессах рекрутинга.

## 2.1 Назначение разработки

Разрабатываемая система представляет собой комплексное решение для автоматизации процессов поиска работы и подбора персонала, объединяющее в себе функционал для двух основных категорий пользователей – соискателей и работодателей. Основной целью создания системы является решение проблем традиционных методов поиска работы и рекрутинга, которые включают в себя низкую эффективность сопоставления кандидатов и вакансий, отсутствие инструментов для системного управления карьерным развитием и ограниченность стандартных форматов резюме. Система призвана обеспечить сквозную автоматизацию ключевых процессов: от создания детализированного профиля соискателя и публикации вакансий до интеллектуального подбора соответствий и управления этапами отбора. Особое внимание уделяется созданию масштабируемой архитектуры, позволяющей одновременно обслуживать большое количество пользователей с различных устройств, обеспечивая при этом гарантированную целостность и конфиденциальность персональных данных.

## 2.2 Функциональные модули системы

Функциональный потенциал системы охватывает полный цикл взаимодействия соискателей и работодателей и включает несколько взаимосвязанных модулей. Модуль управления персоналом для компаний обеспечивает комплексное управление вакансиями и кандидатами, поддерживая создание детализированных описаний вакансий с указанием требуемых и желательных навыков, уровня компенсации, типа занятости, предпочтительных и ограниченных локаций работы. Данный модуль позволяет компаниям публиковать вакансии, делая их доступными в общедоступной части системы, а также управлять внутренним pipeline кандидатов через систему этапов отбора, отслеживая статус каждого соискателя.

Персональный модуль для соискателей предоставляет расширенные инструменты для управления карьерой. Ключевым компонентом является конструктор резюме, который позволяет создавать структурированные профессиональные профили, включающие персональную информацию, данные об образовании, профессиональном опыте, навыках, хобби, владении языками и контактные данные. Система обеспечивает генерацию презентабельного резюме в различных форматах на основе введенных данных. Модуль откликов на вакансии позволяет соискателям подавать заявки на опубликованные позиции, при этом система автоматически анализирует соответствие кандидата требованиям вакансии и формирует предварительную оценку релевантности.

## 2.3 Данные системы и их квалификация

Система обрабатывает комплекс структурированной информации, необходимой для эффективного функционирования платформы подбора персонала. Основу составляют данные пользователей, включающие профили соискателей с детальной информацией об образовании, опыте работы, профессиональных навыках и карьерных предпочтениях, а также профили компаний с описанием деятельности и контактными данными. Каталог вакансий содержит структурированные описания позиций с указанием требований к кандидатам, условий работы, уровня оплаты и географических ограничений.

В процессе взаимодействия пользователей система аккумулирует операционные данные, включающие историю откликов на вакансии, статусы кандидатов в процессе отбора, обратную связь от работодателей и систему внутренних оценок соответствия. Динамические данные системы представлены аналитическими показателями эффективности подбора, статистикой релевантности рекомендаций и метриками пользовательской активности. Дополнительно обрабатываются справочные данные - классификаторы навыков, отраслей деятельности, образовательных учреждений, географических локаций и типов занятости.

Классификация входных данных представлена в таблице 2.1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Таблица 2.1 – Классификация влходных данных | | | |
| Категория | Примеры | Источник | Частота обновления |
| Профильные | Резюме, данные компаний | Пользователи | Постоянно |
| Вакансии | Описание позиций, требования | Работодатели | При создании турнира |
| Операционные | Отклики, статусы кандидатов | Система | Ежедневно |
| Справочные | Навыки, локации, отрасли | Администратор | Ежеквартально |

## 2.4 Выходные данные и результаты работы

Система генерирует развернутый спектр выходных материалов для обеспечения информационной поддержки всех участников процесса подбора персонала. Основу отчетных документов составляют структурированные резюме соискателей в различных форматах вывода, детализированные карточки вакансий с полным перечнем требований и условий, аналитические отчеты по соответствию кандидатов требованиям вакансий с системой оценок релевантности.

Для оперативного управления процессами рекрутинга формируется pipeline кандидатов с визуализацией этапов отбора, статистические сводки по эффективности подбора с метриками времени закрытия вакансий и качества кандидатов, система уведомлений о новых откликах и изменениях статусов. Аналитический блок включает персональные рекомендации для соискателей на основе анализа их профилей и предпочтений, отчеты по рынку труда с выделением востребованных навыков и уровней компенсации, историческую статистику карьерного развития пользователей.

Ключевые особенности генерации выходных данных включают автоматическое обновление информации при изменении исходных данных, поддержку множества форматов вывода для различных сценариев использования, возможность кастомизации шаблонов резюме и отчетов под индивидуальные требования, реализацию системы кеширования часто запрашиваемых данных для оптимизации производительности при работе с большими объемами информации.

## 2.5 Требования к временным характеристикам

Система должна обеспечивать высокую производительность обработки данных при различных сценариях использования. Время отклика на стандартные запросы к базе данных не должно превышать 300 миллисекунд, а выполнение сложных аналитических запросов с агрегацией статистических данных о вакансиях и кандидатах должно укладываться в 2 секунды. При генерации отчетов и экспорте резюме система должна обрабатывать запросы в пределах 3-7 секунд в зависимости от объема информации. Особое внимание уделяется работе системы в пиковые нагрузки - в периоды активного поиска работы и массового подбора персонала. Для обеспечения стабильной производительности оптимизируется работа с индексами в базе данных и применяются методы денормализации для критически важных запросов. Хорошей практикой считается внедрение механизмов кэширования часто запрашиваемых данных на уровне приложения и базы данных. Также используются асинхронные задачи и фоновые задачи для обработки ресурсоёмких операций, таких как генерация отчётов или экспорт резюме, что позволяет не блокировать основной поток запросов пользователей. Кроме того, архитектура системы предусматривает горизонтальное масштабирование ключевых компонентов, что обеспечивает гибкость и устойчивость к росту нагрузки в пиковые периоды.

Временные харакетристики операций представлены в таблице 2.2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Таблица 2.2 – Временные характеристики операций | | |
| Операция | Максимальное время выполнения | Условия выполнения |
| Поиск вакансий по критериям | 400 мс | До 10 параметров фильтрации |
| Обновление профиля соискателя | 200 мс | Стандартное изменение данных |
| Формирование списка кандидатов | 2 сек | До 100 кандидатов в выборке |
| Генерация отчета | 4 сек | Данные за один месяц |

## 2.6 Требования к временным характеристикам

Обеспечение бесперебойной работы системы является критически важным требованием, особенно в периоды активного рекрутинга и поиска работы. Для предотвращения потери данных реализуется комплексная стратегия резервного копирования с ежечасными инкрементальными бэкапами операционных данных и полным резервированием раз в сутки. В случае сбоев время восстановления работоспособности не должно превышать 10 минут, а полное восстановление после критических отказов – не более 1 часа. Ключевые механизмы обеспечения надежности включают транзакционную обработку критических операций, связанных с финансовыми данными и персональной информацией, репликацию данных в реальном времени между основным и резервным серверами, непрерывный мониторинг состояния системы и автоматическое оповещение администраторов о сбоях. Система должна обеспечивать целостность данных при одновременной работе множества пользователей, предотвращая конфликты обновления и обеспечивая согласованность информации. Для этого используются механизмы контроля версий и разрешения конфликтных ситуаций с ведением подробного журнала изменений, что особенно важно при одновременном редактировании профилей и вакансий.

## 2.7 Условия эксплуатации

Система предназначена для круглосуточной эксплуатации в течение всего года с обеспечением постоянной доступности для всех категорий пользователей. Основной режим работы предполагает веб-доступ через современные браузеры на различных устройствах – от стационарных компьютеров до мобильных устройств. Система должна стабильно функционировать в условиях возможной нестабильности интернет-соединения, для чего реализуется механизм автономной работы с последующей синхронизацией данных. Особое внимание уделяется работе в периоды массового обновления вакансий и резюме, когда требуется одновременный ввод и обновление данных от множества пользователей. Ключевые аспекты эксплуатации включают поддержку работы в различных часовых поясах, адаптацию к сезонным пикам нагрузки на рынке труда, обеспечение безопасности персональных данных при удаленном доступе и совместимость с основными операционными системами и браузерами.

## 2.8 Требования к составу и параметрам технических средств

Для стабильного функционирования системы требуется серверная инфраструктура, обеспечивающая обработку и хранение значительных объемов данных. Минимальная конфигурация включает четыре процессорных ядра с тактовой частотой не менее 2.8 ГГц, 16 ГБ оперативной памяти и SSD-диск объемом 500 ГБ для системы и базы данных. Рекомендуемая конфигурация предусматривает 8 процессорных ядер, 32 ГБ оперативной памяти и дисковое пространство 1 ТБ с организацией RAID-массива для повышения отказоустойчивости. Для обеспечения производительности при работе с большими объемами данных требуется выделенный сервер баз данных с минимальным объемом оперативной памяти 8 ГБ. Клиентская часть системы требует наличия современных веб-браузеров с поддержкой HTML5 и CSS3, разрешения экрана не менее 1280×720 пикселей для настольных устройств и адаптивного интерфейса для мобильных устройств.

## 2.9 Требования к информационной и программной совместимости

Система должна обеспечивать совместимость с современными стандартами обработки и обмена данными. Основой является поддержка стандарта SQL:2016 для взаимодействия с базой данных PostgreSQL 14 и выше. Для кодирования символов используется UTF-8, что обеспечивает корректную работу с различными языками и специальными символами. Важным аспектом является реализация REST API для интеграции с внешними системами и мобильными приложениями, поддерживающего форматы обмена данными JSON и XML. Направления совместимости включают экспорт данных в форматы CSV, PDF, DOCX для резюме и отчетов, интеграцию с системами электронного документооборота и CRM-системами компаний, поддержку протоколов аутентификации OAuth 2.0 и OpenID Connect для единого входа, а также совместимость с облачными платформами развертывания, такими как Docker и Kubernetes.

## 2.10 Обоснование выбора инструментов разработки

Выбор PostgreSQL в качестве системы управления базами данных обусловлен комплексом технических преимуществ и соответствием требованиям проекта. PostgreSQL обеспечивает полную поддержку стандарта SQL:2016 и строгое соблюдение принципов ACID, что критически важно для сохранения целостности турнирных данных и статистики (логотип PostgreSQL представлен на рисунке 2.1).

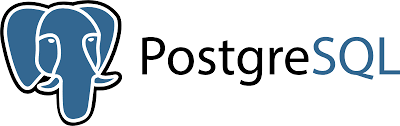


Рисунок 2.1 – PostgreSQL

Расширенные возможности этой СУБД включают мощную систему индексации – B-tree, Hash, GIN, GiST – поддерживающую эффективный поиск и сложные запросы к данным о вакансиях и кандидатах. Технология MVCC – Multiversion Concurrency Control – позволяет обеспечить параллельный доступ множества пользователей к данным без потери производительности, что особенно важно в периоды активного обновления вакансий и резюме.

Особую ценность представляет поддержка JSON и JSONB форматов, позволяющая гибко хранить дополнительную информацию о навыках, опыте работы и требованиях к вакансиям без изменения строгой схемы данных. Система репликации и точки восстановления обеспечивают необходимый уровень надежности хранения конфиденциальных персональных данных. По сравнению с MySQL, PostgreSQL демонстрирует лучшую производительность при сложных аналитических запросах с соединением множества таблиц, а в сравнении с SQLite – предоставляет полноценную многопользовательскую среду с разграничением прав доступа.

Выбор операционной системы Windows 10 обусловлен ее распространенностью в образовательной среде и удобством настройки локальной среды разработки. Система предоставляет стабильную платформу для развертывания PostgreSQL и сопутствующих инструментов, обладает понятным интерфейсом и хорошо документирована. Для организации промышленной эксплуатации возможна последующая миграция на серверную версию Windows Server или Linux-систему.

В качестве среды разработки выбран pgAdmin 4 – официальный инструмент для администрирования PostgreSQL, предоставляющий полный набор функций для работы с базой данных. Его преимущества включают визуальный конструктор запросов, мощный отладчик PL/pgSQL, инструменты мониторинга производительности и визуализации выполнения запросов. Интеграция с системами контроля версий и возможность экспорта схемы данных в различные форматы упрощают процесс разработки и документирования проекта. Интерфейс pgAdmin 4 продемонстрирован на рисунке 2.2.

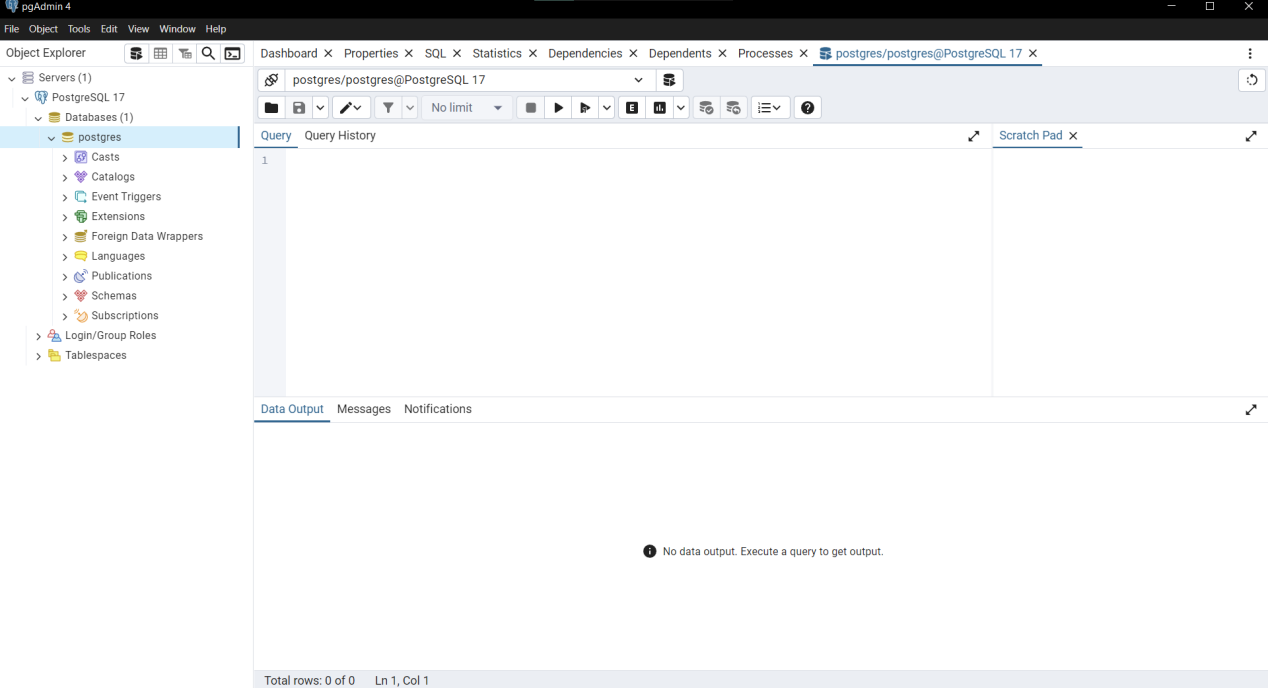


Рисунок 2.2 – Интерфейс pgAdmin 4

Ключевые преимущества выбранного стека технологий включают полное соответствие требованиям к обработке транзакционных данных рекрутинговых процессов, надежную систему обеспечения целостности информации о кандидатах и вакансиях, широкие возможности для масштабирования и оптимизации производительности, активное сообщество разработчиков и регулярные обновления безопасности, а также бесплатную лицензию для образовательных проектов. Данный набор инструментов обеспечивает сбалансированное сочетание производительности, надежности и удобства разработки, полностью соответствующее задачам создания системы подбора вакансий и развития карьеры.

# 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Проектирование базы данных является важным этапом в разработке системы подбора вакансий и развития карьеры, так как правильная структура данных определяет эффективность работы системы, обеспечивая быструю обработку запросов, целостность и безопасность данных. В рамках этого раздела будут рассмотрены этапы проектирования, включая инфологическую и даталогическую модели, а также требования к входным данным и форматы их хранения.

## 3.1 Инфологическая модель

Инфологическая модель представляет собой этап проектирования базы данных, на котором происходит детальное описание структуры данных, их взаимосвязей и организационных единиц системы. В рамках этого этапа создается концептуальная модель, отражающая основные объекты и связи между ними. Инфологическая модель не зависит от конкретной реализации в СУБД, она служит основой для дальнейшего проектирования и реализации базы данных, позволяя понять, как данные будут структурированы и взаимодействовать в системе.

В данной работе инфологическая модель базы данных отражает структуру и связи между сущностями, необходимыми для разработки системы подбора вакансий и развития карьеры. Основными сущностями являются пользователи, компании, вакансии, резюме, отклики и различные связанные с ними данные. Важно, чтобы модель была гибкой и могла эффективно обрабатывать запросы, касающиеся поиска работы, подбора персонала и управления карьерным развитием.

Инфологическая модель базы данных включает в себя следующие сущности и их атрибуты. Профиль соискателя включает атрибуты – идентификатор, персональные данные, контактную информацию, профессиональное резюме, настройки видимости профиля, настройки уведомлений. Связанные сущности включают образование с атрибутами – идентификатор, учебное заведение, специальность, период обучения, уровень образования, а также опыт работы с атрибутами – идентификатор, компания, должность, период работы, обязанности, достижения.

Профиль компании содержит атрибуты – идентификатор, название компании, описание деятельности, отрасль, размер компании, контактная информация, веб-сайт, логотип. Вакансия включает атрибуты – идентификатор, должность, описание responsibilities, требования к кандидату, условия работы, уровень заработной платы, тип занятости, локация работы, статус вакансии. Связанные сущности включают требуемые навыки с атрибутами – идентификатор, название навыка, уровень владения, а также желательные навыки с аналогичными атрибутами.

Система откликов содержит сущность отклик на вакансию с атрибутами – идентификатор, дата отклика, статус рассмотрения, сопроводительное письмо, оценка соответствия. Процесс отбора включает сущность этап отбора с атрибутами – идентификатор, тип этапа, дата проведения, результат этапа, комментарии рекрутера. Справочники системы содержат сущности – справочник навыков, справочник отраслей, справочник типов занятости, справочник уровней образования, справочник географических локаций.

Каждая из сущностей обладает уникальным идентификатором и находится в строго определенных отношениях с другими сущностями системы. Отношения между сущностями включают связи один-ко-многим между компанией и вакансиями, между соискателем и откликами, а также многие-ко-многим между вакансиями и требуемыми навыками, между соискателями и имеющимися навыками. Особое внимание уделено обеспечению целостности данных и минимизации избыточности информации через нормализацию структуры базы данных.

Данная инфологическая модель обеспечивает необходимую основу для перехода к даталогическому проектированию, учитывая все ключевые аспекты предметной области и предоставляя полное описание структуры данных без привязки к конкретной СУБД. Модель демонстрирует достаточную гибкость для возможного расширения функциональности системы в будущем и обеспечивает эффективное представление данных для всех категорий пользователей системы.

**3.2 Даталогическая модель**

Даталогическая модель описывает структуру данных на уровне базы данных, включая типы данных, ограничения и связи между таблицами. Она отвечает за определение точных типов данных для каждого атрибута сущности, установление ограничений на значения и обеспечение целостности данных. В данном разделе представлена детальная спецификация всех сущностей, их атрибутов и типов данных, которые будут использоваться в базе данных системы подбора вакансий и развития карьеры. Модель строится на основе инфологической модели, уточняя типы данных и устанавливая точные форматы хранения информации для эффективного функционирования системы.

Описание таблиц и их атрибутов: таблица пользователей включает атрибуты – user\_id integer primary key auto\_increment, email varchar(255) not null unique, password\_hash text not null, role enum('candidate', 'employer', 'admin') not null, created\_at timestamp default current\_timestamp, updated\_at timestamp default current\_timestamp on update current\_timestamp. Таблица соискателей содержит атрибуты – candidate\_id integer primary key auto\_increment, user\_id integer foreign key references users(user\_id), first\_name varchar(100) not null, last\_name varchar(100) not null, phone varchar(20), photo\_url text, birth\_date date, desired\_position varchar(255), desired\_salary integer, employment\_type\_id integer foreign key references employment\_types(type\_id), location\_id integer foreign key references locations(location\_id), about text.

Таблица компаний включает атрибуты – company\_id integer primary key auto\_increment, name varchar(255) not null, description text, industry\_id integer foreign key references industries(industry\_id), size enum('1-10', '11-50', '51-200', '201-500', '501-1000', '1000+'), website varchar(255), logo\_url text, created\_at timestamp default current\_timestamp. Таблица работодателей содержит атрибуты – employer\_id integer primary key auto\_increment, user\_id integer foreign key references users(user\_id), company\_id integer foreign key references companies(company\_id), position varchar(255), created\_at timestamp default current\_timestamp.

Таблица вакансий включает атрибуты – vacancy\_id integer primary key auto\_increment, company\_id integer foreign key references companies(company\_id), position varchar(255) not null, description text, requirements text, responsibilities text, conditions text, salary\_from integer, salary\_to integer, employment\_type\_id integer foreign key references employment\_types(type\_id), location\_id integer foreign key references locations(location\_id), status enum('draft', 'published', 'closed') default 'draft', created\_at timestamp default current\_timestamp, updated\_at timestamp default current\_timestamp on update current\_timestamp. Таблица образования соискателей содержит атрибуты – education\_id integer primary key auto\_increment, candidate\_id integer foreign key references candidates(candidate\_id), institution varchar(255) not null, degree\_id integer foreign key references education\_levels(level\_id), field\_of\_study varchar(255), start\_date date, end\_date date, description text.

Таблица опыта работы включает атрибуты – experience\_id integer primary key auto\_increment, candidate\_id integer foreign key references candidates(candidate\_id), company varchar(255) not null, position varchar(255) not null, start\_date date, end\_date date, current\_job boolean default false, description text, achievements text. Таблица навыков содержит атрибуты – skill\_id integer primary key auto\_increment, name varchar(100) not null unique, category varchar(100). Таблица навыков соискателей включает атрибуты – candidate\_skill\_id integer primary key auto\_increment, candidate\_id integer foreign key references candidates(candidate\_id), skill\_id integer foreign key references skills(skill\_id), level enum('beginner', 'intermediate', 'advanced', 'expert').

Таблица требуемых навыков для вакансий содержит атрибуты – vacancy\_skill\_id integer primary key auto\_increment, vacancy\_id integer foreign key references vacancies(vacancy\_id), skill\_id integer foreign key references skills(skill\_id), requirement\_level enum('required', 'preferred'), min\_level enum('beginner', 'intermediate', 'advanced', 'expert'). Таблица откликов на вакансии включает атрибуты – application\_id integer primary key auto\_increment, candidate\_id integer foreign key references candidates(candidate\_id), vacancy\_id integer foreign key references vacancies(vacancy\_id), cover\_letter text, applied\_at timestamp default current\_timestamp, status enum('pending', 'reviewed', 'rejected', 'accepted') default 'pending', match\_score integer.

Таблица этапов отбора содержит атрибуты – stage\_id integer primary key auto\_increment, application\_id integer foreign key references applications(application\_id), stage\_type enum('phone\_screen', 'technical\_interview', 'hr\_interview', 'test\_task', 'offer'), scheduled\_at timestamp, completed\_at timestamp, result enum('passed', 'failed', 'cancelled'), notes text, interviewer\_id integer foreign key references employers(employer\_id). Справочная таблица отраслей включает атрибуты – industry\_id integer primary key auto\_increment, name varchar(255) not null unique.

Справочная таблица типов занятости содержит атрибуты – type\_id integer primary key auto\_increment, name varchar(100) not null unique. Справочная таблица уровней образования включает атрибуты – level\_id integer primary key auto\_increment, name varchar(100) not null unique. Справочная таблица локаций содержит атрибуты – location\_id integer primary key auto\_increment, country varchar(100) not null, city varchar(100) not null.

Создание даталогической модели представляет собой ключевой этап в проектировании базы данных системы подбора вакансий и развития карьеры, поскольку именно она формирует фундамент для последующей реализации системы. В рамках данного разница была разработана подробная структура данных – для каждой сущности четко прописаны атрибуты с указанием конкретных типов данных и наложенных ограничений, а также заданы взаимосвязи между таблицами через систему внешних ключей. Подобный подход способствует поддержанию целостности и согласованности информации, минимизируя вероятность ошибок при работе с базой данных. Полученная модель служит базовой основой для проектирования физической базы данных и дальнейшего масштабирования системы. Грамотное определение типов данных и характера взаимосвязей между сущностями существенно оптимизирует производительность операций с данными и повышает общую надежность системы при обработке запросов от соискателей и работодателей.

# 4 РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ

Разработка базы данных для веб-приложения подбора вакансий и развития карьеры осуществлялась с использованием СУБД PostgreSQL. Выбор данной системы управления базами данных обусловлен ее надежностью, поддержкой расширенных функций и соответствием требованиям проекта по обработке структурированных данных со сложными взаимосвязями.

## 4.1 Создание структуры базы данных

Первым этапом разработки стало создание SQL-скриптов для формирования схемы базы данных (схема базы данных представлена в приложении В).. Основой структуры стали следующие таблицы – users для хранения учетных данных пользователей, candidates для хранения профилей соискателей, companies для регистрации компаний-работодателей, vacancies для управления вакансиями, applications для обработки откликов на вакансии. Каждая таблица была спроектирована с учетом требований нормализации до третьей нормальной формы. Для связей между таблицами использованы внешние ключи с опцией ON DELETE CASCADE для обеспечения целостности данных.

## 4.2 Ключевые SQL-скрипты

Были разработаны следующие основные SQL-скрипты (реализация описанных ниже скриптов представлена в приложении Б). Создание таблицы пользователей реализовано с учетом всех необходимых атрибутов для аутентификации и авторизации. Структура таблицы включает как базовые информационные поля, так и технические атрибуты для управления жизненным циклом учетной записи. Особенности реализации включают тип role с предопределенными значениями candidate, employer, admin, поле email с уникальным ограничением и проверкой формата, автоматическое обновление поля updated\_at через триггеры при изменении записи, индексацию по email и role для оптимизации запросов аутентификации.

Создание таблицы компаний включает комплексную систему валидации данных и обеспечивает уникальность компаний в рамках системы. Ключевые аспекты включают ограничение unique\_company\_name для предотвращения дублирования названий компаний, проверку valid\_website формата веб-сайта с использованием регулярного выражения, поле size с перечислением возможных размеров компании, поле created\_at с автоматической фиксацией времени создания записи. Индексация оптимизирована для поиска компаний по названию и отрасли.

Создание таблицы вакансий представляет наиболее сложную структуру с множеством связей и бизнес-правил. Бизнес-правила включают ограничение valid\_salary\_range предотвращающее некорректные диапазоны заработной платы, проверку publication\_date для валидации дат публикации вакансий, ограничение reasonable\_requirements для контроля длины текстовых полей, уникальность vacancy\_identifier в рамках компании. Индексация для таблицы вакансий оптимизирована для наиболее частых сценариев запросов – поиск вакансий по компании и статусу, фильтрация по локации и типу занятости, поиск по ключевым словам в названии позиции, эффективное получение активных вакансий.

Создание таблицы соискателей реализовано со строгой валидацией персональных данных. Скрипт включает проверки на корректность номера телефона и даты рождения, что обеспечивает соответствие бизнес-требованиям. Для хранения предпочтительного типа занятости используется тип ENUM, что ограничивает возможные значения заранее определенным набором. Связь с таблицей пользователей через внешний ключ гарантирует, что каждый соискатель имеет учетную запись.

Таблица откликов на вакансии является центральной для обработки взаимодействий между соискателями и работодателями. Ее структура позволяет фиксировать каждый отклик с привязкой к конкретной вакансии и соискателю, временной меткой и статусом рассмотрения. Использование типа ENUM для application\_status обеспечивает консистентность данных, а комбинированные проверки позволяют валидировать сложные условия. Поле match\_score хранит автоматически рассчитанную оценку соответствия кандидата вакансии.

Скрипты индексации были продуманы на основе анализа предполагаемых запросов. Для таблицы applications создан составной индекс по vacancy\_id и status, что ускоряет выборку откликов по конкретной вакансии. Отдельный индекс по candidate\_id и applied\_at позволяет эффективно выполнять анализ активности соискателей. Для таблицы candidate\_skills созданы индексы по skill\_id и level для оптимизации поиска кандидатов по навыкам.

Представление статистики по вакансиям демонстрирует использование сложных агрегирующих запросов для вычисления ключественных показателей эффективности рекрутинга. В запросе используются условные агрегации для подсчета количества откликов, среднего времени закрытия вакансии, процента успешных наймов. Вычисляется уровень соответствия кандидатов на основе анализа требуемых и имеющихся навыков.

UML-диаграмма базы данных представлена на рисунке 4.1.

Рисунок 4.1 – UML-диаграмма

Такой подход к проектированию обеспечивает высокую производительность системы даже при работе с большими объемами данных.

# ТЕСТИРОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БАЗЫ ДАННЫХ

Тестирование базы данных является критически важным этапом разработки, обеспечивающим корректность работы всей системы подбора вакансий и развития карьеры. Процесс тестирования был разделен на несколько ключевых направлений, каждое из которых направлено на проверку определенных аспектов функциональности и производительности системы.

Для комплексной проверки работоспособности базы данных была разработана многоуровневая стратегия тестирования, включающая функциональное тестирование – проверку корректности выполнения основных операций с данными, тестирование целостности – валидацию соблюдения ограничений и связей между таблицами, тестирование производительности – оценку скорости выполнения типовых запросов, нагрузочное тестирование – проверку работы системы при одновременном выполнении множества операций.

**5.1 Тестирование базовых операций**

Первоначальное тестирование было сосредоточено на проверке основных операций создания, чтения, обновления и удаления данных. Для каждой сущности базы данных были выполнены типовые сценарии – создание записей пользователей различных типов, чтение данных профилей кандидатов и компаний, обновление информации о вакансиях и навыках, удаление записей с проверкой каскадных операций. Результаты тестирования базовых операций показали полное соответствие ожидаемому поведению. Все операции выполнялись без ошибок, а каскадное удаление данных работало корректно.

Особое внимание было уделено проверке работы ограничений целостности данных. Были проведены тесты на следующие сценарии – попытка создания вакансии с некорректным диапазоном заработной платы, когда минимальная зарплата превышает максимальную, система корректно отклоняла такие операции благодаря ограничению valid\_salary\_range, ввод дат образования с некорректной хронологией – проверка valid\_education\_dates предотвращала сохранение записей с датой окончания раньше даты начала, регистрация пользователя с email вне допустимого формата – ограничение CHECK на поле email блокировало сохранение некорректных значений, попытка дублирования уникальных комбинаций – ограничение unique\_company\_name предотвращало создание компаний с одинаковыми названиями. Все тесты ограничений целостности завершились успешно – база данных надежно защищена от некорректных данных на уровне СУБД.

**5.2 Тестирование связей между таблицами**

Для проверки корректности работы внешних ключей были выполнены следующие тесты – создание вакансии с несуществующим company\_id, операция отклонялась системой, удаление компании с существующими вакансиями, срабатывало каскадное удаление, попытка создания отклика на вакансию для несуществующего кандидата, операция блокировалась, обновление user\_id в таблице кандидатов, проверялась ссылочная целостность. Результаты подтвердили, что все связи между таблицами работают корректно и обеспечивают целостность данных.

На данном этапе тестирования можно сделать следующие выводы. Все базовые операции создания, чтения, обновления и удаления данных выполняются без сбоев. Ограничения и связи работают корректно, предотвращая сохранение некорректных данных. Простые запросы выполняются в приемлемое время, не превышающее установленные лимиты. База данных готова к более сложным тестам производительности и бизнес-логики, которые позволят оценить эффективность системы в условиях, приближенных к реальной эксплуатации.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Доманов, А. Т. Стандарт предприятия / А. Т. Доманов, Н. И. Сорока. – Минск: БГУИР, 2024. – 167 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

# (обязательное)

# Справка о проверке на заимствования

Рисунок А.1 – Справка о проверке на заимствования

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

# (обязательное)

**Листинг программного кода**

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**(обязательное)**

**Схема базы данных**