

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра информатики и программирования

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

ДЛЯ HR-БОТА

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 441 группы

направления 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Денисовой Анжелины Станиславовны

Научный руководитель:

Старший преподаватель

Казачкова А.А.

Зав. кафедрой:

Ученая степень, звание

Огнева М.В.

Саратов 2026

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация бизнеса затрагивает все ключевые сферы, в том числе и сферу подбора персонала. Ключевой тренд в сфере HR Tech — внедрение систем автоматизации на разных этапах найма для сокращения рутинной нагрузки на специалистов. Одним из таких инструментов являются чат-боты: они забирают на себя первичное взаимодействие с кандидатами, назначение собеседований и множество других аспектов взаимодействия. Однако, многие компании внедряют ботов как модный атрибут современности, не имея при этом четких и стандартизированных инструментов для оценки их реальной эффективности [1].

Во многих компаниях эффективность работы таких ботов либо не оценивается совсем, либо оценивается поверхностными операционными метриками, которые не отражают реальной ценности инструмента для бизнеса, а также, не отвечают на вопрос: «Действительно ли внедрение бота снижает нагрузку на специалистов? Помогает ли инструмент обработать больше кандидатов и быстрее закрыть вакансию?». У бизнеса существует потребность оценивать эти показатели, что требует разработки и внедрения системы, которая будет отражать в себе операционные, пользовательские и ориентированные на бизнес показатели.

К тому же, в условиях конкуренции компаний, уровень взаимодействия с потенциальными сотрудниками становится стратегическим активом. Неудобный для пользователей бот способен нанести ущерб репутации и отпугнуть перспективных кандидатов. Именно поэтому важно отслеживать показатели пользовательского опыта и количество успешно завершенных диалогов. Эта метрика напрямую влияет на HR-бренд и повышает лояльность среди соискателей [2].

Таким образом, актуальность данной работы обусловлена практической потребностью бизнеса в инструментах для измерения и прогнозирования эффективности цифровых HR-решений. Разработка такой системы позволит перейти от интуитивных оценок к осознанному принятию

решений, основанных на данных, а также обеспечит прозрачность инвестиций в HR Tech и будет способствовать повышению общей эффективности работы с персоналом.

Цель бакалаврской работы – создание системы анализа и прогнозирования эффективности HR-бота.

Поставленная цель определила **следующие задачи**:

1. Обзор аналогичных инструментов.
2. Определение ключевых метрик для оценки эффективности чат-ботов.
3. Изучение методов и инструментов веб-аналитики, принципов построения дашбордов.
4. Изучение основ прогнозной аналитики в бизнес-среде.
5. Изучение аспектов безопасности работы с персональными данными.
6. Изучение основ аналитики временных рядов и обзор моделей прогнозирования.
7. Выбор инструментов для разработки.
8. Проектирование архитектуры системы.
9. Выбор библиотеки для разработки модуля прогнозирования.
10. Разработка системы анализа и прогнозирования.
11. Тестирование системы.

Методологические основы исследования эффективности чат-ботов и прогнозной аналитики представлены в работах Б. Юбэнкса, Б. Марра, К. Андерсона, К. Винкельмана, А. Макарова, а также в публикациях по анализу временных рядов Р. М. Абдаллы, Б. Ауфарта и др.

Практическая значимость бакалаврской работы заключается в создании готового к внедрению программного продукта – системы анализа и прогнозирования эффективности HR-бота, которая может быть использована HR-департаментами компаний для мониторинга ключевых показателей рекрутинга, планирования ресурсов и оптимизации воронки найма.

Структура и объём работы. Бакалаврская работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка использованных источников и четырех

приложений. Общий объем работы – 118 страниц, из них 70 страниц – основное содержание, включая 14 рисунков и 9 таблиц, цифровой носитель в качестве приложения, список использованных источников информации – 21 наименование.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Теоретические основы анализа эффективности чат-ботов и систем прогнозирования» посвящен анализу предметной области. Рассмотрены существующие аналоги: Personic, Chatme.ai, «МояКоманда» и SimpleOne HRMS. Выделены два основных типа систем: специализированные HR-боты и комплексные платформы.

Определены ключевые метрики для оценки эффективности чат-ботов: метрики взаимодействия (DAU/WAU/MAU, количество сессий и сообщений, процент завершённых диалогов), метрики эффективности решения задач (частота эскалации на оператора, показатель первого контакта, время ответа) и метрики бизнес-воздействия (степень автоматизации, сохранённое время HR-специалистов, индекс удовлетворённости пользователей). Описаны методы веб-аналитики и принципы построения дашбордов (целесообразность, детализация, интерактивность).

Рассмотрены основы прогнозной аналитики в бизнес-среде: этапы построения прогнозных моделей (от определения бизнес-цели до внедрения и мониторинга), применение прогнозной аналитики для оценки эффективности HR-ботов (прогнозирование удовлетворённости, нагрузки на HR-отдел, успешности автономного решения запроса, вовлечённости сотрудников). Также проанализированы этические и правовые аспекты использования прогнозной аналитики в HR на основе Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных».

Второй раздел «Основы аналитики временных рядов» посвящен теоретическим основам прогнозирования временных рядов. Рассмотрена задача прогнозирования и метод сведения к задаче регрессии с использованием сдвигов (лаг-признаков) и агрегирующих признаков. Описаны рекурсивная, прямая и гибридная стратегии построения прогноза. Представлены метрики оценки качества моделей: MSE, MAE, MAPE.

Детально рассмотрена модель $ARIMA(p, d, q)$ – расширение моделей ARMA на нестационарные временные ряды. Описаны автокорреляционная функция (ACF) и частичная автокорреляционная функция (PACF) для определения порядков p и q , а также метод максимального правдоподобия для оценки коэффициентов и критерий Акаике (AIC) для выбора оптимальных параметров.

Третий раздел «Программная реализация» посвящён разработке системы анализа и прогнозирования эффективности HR-бота.

Выбран технологический стек: серверная часть – FastAPI (Python), клиентская – Next.js/React, базы данных – PostgreSQL (основная) и Redis (кэш), прогнозные модели – statsmodels (ARIMA/SARIMA), визуализация – Recharts, генерация отчётов – ReportLab.

Спроектирована микросервисная архитектура, включающая клиентское приложение, серверную часть, реляционную и нереляционную базы данных, а также внешний HR-бот как источник событий.

Реализована серверная часть: разработаны модели данных (User, Candidate, Vacancy, HRManager, DailyMetrics), настроены связи и индексы; создано REST API с эндпоинтами для аутентификации (JWT), получения метрик, прогнозов, экспорта и приёма вебхуков; реализована бизнес-логика расчёта метрик (конверсии, распределение по статусам, динамика, средние значения) с использованием трехуровневой модели агрегации.

Выполнено экспериментальное применение модели ARIMA к данным HR-бота (ежедневные переходы). Проведён анализ ACF и PACF, подобраны оптимальные параметры ($p=1, d=1, q=1$) по критерию AIC, построен прогноз на тестовой выборке. Полученные метрики качества: MAE = 12,3; MAPE = 14,2% на горизонте 7 дней, что является приемлемым для бизнес-задач.

Разработан модуль прогнозирования на основе SARIMA с учётом недельной сезонности ($s=7$) и построением 95% доверительных интервалов. Для оценки качества используется бэктестинг со скользящим окном.

Реализовано клиентское веб-приложение с пятью вкладками: «Обзор» (ключевые KPI), «Конверсия» (воронка, распределение по статусам), «Динамика» (графики по дням/неделям/месяцам), «Прогноз» (линейный график с доверительным интервалом на 1–6 месяцев), «Фильтры» (настройка дат, вакансий, HR-менеджеров, источников трафика). Добавлен экспорт отчётов в CSV и PDF.

Проведено тестирование: сгенерированы синтетические данные (12 месяцев, 5000 кандидатов) с учётом недельной и месячной сезонности; выполнены модульные тесты расчёта метрик, тестирование вебхуков (валидация, идемпотентность, инвалидация кэша), валидация прогнозной модели (бэктестинг, MAPE = 14,2% на горизонте 1 месяц).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была достигнута поставленная цель – создана система анализа и прогнозирования эффективности HR-бота, предназначенная для HR-специалистов. Разработанная система позволяет не только отслеживать ключевые метрики рекрутинга в реальном времени, но и прогнозировать будущую нагрузку, что даёт возможность принимать обоснованные управленческие решения на основе данных.

В рамках работы были решены все поставленные задачи. В результате создан полностью функционирующий продукт – аналитическая система, которая предоставляет HR-специалистам наглядные дашборды с ключевыми метриками эффективности рекрутинга, позволяет гибко фильтровать данные по различным срезам (время, вакансии, HR-менеджеры, источники трафика), строит прогнозы нагрузки на 1–6 месяцев с учётом сезонности и праздников, а также интегрируется с существующим HR-ботом через вебхуки для обновления данных в реальном времени. Безопасный доступ к системе реализован с помощью JWT-аутентификации.

Разработанная система решает проблему перехода от интуитивных оценок эффективности HR-ботов к осознанному управлению на основе данных. Она позволяет ответить на ключевые вопросы бизнеса: снижает ли внедрение бота нагрузку на специалистов, помогает ли обработать больше кандидатов и быстрее закрыть вакансии, каков пользовательский опыт взаимодействия с ботом.

Перспективы дальнейшего развития системы включают: внедрение более сложных моделей прогнозирования (например, Prophet, LSTM) при накоплении достаточного объёма исторических данных, расширение набора метрик за счёт анализа текстов опросов (NLP), интеграцию с внешними HR-системами (например, 1С, SAP SuccessFactors), реализацию push-уведомлений о критических изменениях метрик, добавление ролевой модели с разграничением доступа к данным по департаментам.

Таким образом, можно считать, что цель выпускной квалификационной работы достигнута, задачи решены в полном объёме, а полученные результаты имеют практическую ценность для HR-департаментов компаний, внедряющих чат-ботов в процессы подбора персонала.

Основные источники информации:

1. Eubanks, B. Artificial Intelligence for HR: Use AI to Support and Develop a Successful Workforce / B. Eubanks. – New York : Kogan Page, 2022. – 25 p.
2. Marr, B. Data-Driven HR: How to Use Analytics and Metrics to Drive Performance / B. Marr. – New York : Kogan Page, 2021. – 45 p.
3. Рейдмонд, М. Исследование трендов. Практическое руководство / М. Рейдмонд. – М. : МИФ, 2020. – 54 с.
4. Андерсон, К. Аналитическая культура: от сбора данных до бизнес-результатов / К. Андерсон. – М. : МИФ, 2023. – 70 с.
5. Абдалла, Р. М. Анализ временных рядов: новые возможности / Р. М. Абдалла. – Нью-Йорк : IntechOpen, 2023. – 134 с.
6. Ауфарт, Б. Машинное обучение для анализа временных рядов с помощью Python: прогнозирование, предсказание и выявление аномалий с помощью современных методов машинного обучения / Б. Ауфарт. – Нью-Йорк : Import, 2021. – 118 с.
7. Winkelmann, K. Visualisierung von Personalkennzahlen über Dashboards / K. Winkelmann, J. Hastenteufel, T. Weber. – Wiesbaden : Springer Gabler, 2026. – 47 S.
8. Ndungi, R. Improving time series forecasting by applying the sliding window approach [Электронный ресурс] / R. Ndungi, I.S. Blekanov // Computational nanotechnology. – 2025. – Vol. 12, № 2. – Pp. 11–18. – URL: <https://m.mathnet.ru/eng/cn459> (дата обращения: 11.03.2026).
9. Макаров, А. ИИ в HR: практическое руководство 2025 — сценарии, риски, внедрение и метрики [Электронный ресурс] / А. Макаров. – 2025. – URL: <https://xn--90abjn3att.xn--p1ai/blog/ii-v-hr-prakticheskoe-rukovodstvo-2025-szenarii-riski-vnedrenie-i-metriki/> (дата обращения: 11.03.2026).
10. AlShikh, W. Towards Outcome-Oriented, Task-Agnostic Evaluation of AI Agents / W. AlShikh, L. AlSewiyah, A. AlRubaish, A. AlNaim, Z. AlSaeed, M. Alabdulkarim, R. AlOtaibi, A. AlWabil // arXiv.org. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2511.08242> (дата обращения: 11.03.2026).