

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Кафедра Прикладная математика и информатика
(наименование)
09.04.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки)
Управление корпоративными информационными процессами
(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Исследование технологий реализации процесса обучения сотрудников на
основе интеллектуальных чат-ботов в системе управления корпоративными знаниями

Обучающийся М. С. Маскеев (личная подпись)
(Инициалы Фамилия)

Научный канд. пед. наук, доцент, О. М. Гущина
руководитель (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Содержание

Введение.....	3
1 Теоретические аспекты использования чат-ботов в корпоративном обучении.....	7
1.1 Анализ существующих подходов к обучению сотрудников и их недостатки.....	7
1.2 Анализ методов обучения сотрудников с помощью чат-ботов	11
2 Методика внедрения чат-ботов в корпоративное обучение	23
2.1 Сравнительный анализ существующих подходов обучения сотрудников	23
2.2 Модель и компоненты чат-бота для корпоративного обучения	32
2.3 Способы улучшения текущих подходов к обучению	38
3 Практическая реализация системы корпоративного обучения на основе чат-ботов	42
3.1 Рекомендации по выбору архитектуры большой языковой модели ...	42
3.2 Инструменты для разработки минимально жизнеспособного продукта	46
3.3 Методика внедрения чат-бота в процесс корпоративного обучения ..	51
3.4 Оценка эффективности внедренного решения	70
Заключение	78
Список используемой литературы и используемых источников.....	80
Приложение А Результаты анкетирования	85

Введение

В современных условиях рынка труда корпоративное обучение является критическим фактором конкурентоспособности организаций. Традиционные методы обучения часто не отвечают современным требованиям к скорости и качеству подготовки персонала. Основными проблемами являются: высокие временные затраты на формирование индивидуальных планов обучения, отсутствие оперативной обратной связи при возникновении вопросов в процессе обучения, сложность оценки эффективности обучения.

Актуальность внедрения интеллектуальных чат-ботов в корпоративное обучение обусловлена необходимостью автоматизации рутинных процессов, персонализации обучения и обеспечения круглосуточной поддержки обучающихся.

Объектом исследования является процесс корпоративного обучения сотрудников.

Предметом исследования являются технологии реализации процесса обучения на основе интеллектуальных чат-ботов.

Целью исследования является разработка методики внедрения интеллектуальных чат-ботов в систему корпоративного обучения для повышения эффективности процесса обучения сотрудников.

Гипотеза исследования заключается в том, что использование чат-ботов, основанных на технологиях больших языковых моделей, позволит повысить эффективность и результативность процесса обучения персонала в крупных организациях.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- Провести анализ существующих подходов к корпоративному обучению и выявить их основные недостатки.
- Разработать методику внедрения чат-ботов в корпоративное обучение.

- Создать минимально жизнеспособный продукт (MVP) чат-бота для системы корпоративного обучения.
- Провести оценку эффективности внедренного решения.

В исследовании использовались следующие методы: системный анализ, моделирование бизнес-процессов, статистический анализ, экспертная оценка и экономический анализ.

Научная новизна исследования заключается в разработке комплексной методики внедрения интеллектуальных чат-ботов в корпоративное обучение, включающей рекомендации по выбору архитектуры языковой модели, формированию базы знаний и оценке эффективности внедрения.

Личное участие автора заключается в исследовании текущих методов корпоративного обучения, разработке способов оптимизации образовательного процесса и создании усовершенствованной модели подготовки персонала на основе интеллектуальных чат-ботов

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались на следующих конференциях:

- X Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук».
- XI Международной научно-практической конференции (школы-семинара) молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук».
- Всероссийской студенческой научно-практической междисциплинарной конференции с международным участием «Молодежь. Наука. Общество».

На защиту выносятся:

- Модель интеллектуального чат-бота для корпоративного обучения.

- Методика оценки эффективности внедрения чат-ботов в корпоративное обучение.
- Разработанный прототип чат-бота для обновленной системы корпоративного обучения.

Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения и списка использованных источников. Общий объем работы составляет 92 страницы, включая 9 рисунков и 14 таблиц. Список литературы содержит 31 источника.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, определяются объект, предмет, цель, формулируется гипотеза и задачи работы. Характеризуются научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов исследования.

В первом разделе «Теоретические аспекты использования чат-ботов в корпоративном обучении» раскрывается анализ существующих подходов к обучению сотрудников и их недостатков, рассматриваются методы обучения с помощью чат-ботов, а также представлено обоснование выбора темы исследования и рабочая гипотеза. Особое внимание уделяется исследованиям, посвященным применению чат-ботов для обучения сотрудников в различных сферах деятельности.

Во втором разделе «Методика внедрения чат-ботов в корпоративное обучение» проводится сравнительный анализ существующих подходов обучения сотрудников и предлагаются способы их улучшения. Рассматриваются два основных подхода к обучению: смешанное обучение и обучение на основе искусственного интеллекта. Представлен детальный анализ преимуществ и недостатков каждого подхода, а также предложены конкретные способы оптимизации процесса обучения.

В третьем разделе «Практическая реализация системы корпоративного обучения на основе чат-ботов» представлены рекомендации по выбору большой языковой модели, формированию базы знаний и инструментам для разработки минимально жизнеспособного продукта. Проведено моделирование бизнес-процессов, описывающее текущее состояние системы

обучения и предлагаемые улучшения. Представлена оценка эффективности внедренного решения, включающая анализ временных показателей, показателей эффективности и удовлетворенности пользователей, а также экономическое обоснование проекта.

В заключении представлены основные результаты поставленных задач исследования и сделаны следующие выводы:

- Использование чат-ботов повышает эффективность освоения материала за счет круглосуточной поддержки обучающихся
- Разработанная методика внедрения может быть адаптирована под потребности различных организаций
- Экономическая оценка подтверждает целесообразность внедрения предложенного решения

Основные результаты исследования представлены в следующих публикациях:

- Маскеев М. С. Оптимизация корпоративной системы обучения сотрудников с помощью чат-ботов // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук. – 2024. – С. 261 – 264.
- Маскеев М. С. Сравнительный анализ архитектур языковых моделей для систем корпоративного обучения: выбор оптимального решения // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук. – 2025. – В печати.

1 Теоретические аспекты использования чат-ботов в корпоративном обучении

В данном разделе проводится комплексный анализ существующих подходов к корпоративному обучению и возможностей их совершенствования с помощью чат-ботов. Рассматриваются ключевые проблемы традиционных методов обучения, анализируются современные исследования в области применения искусственного интеллекта для обучения персонала, и формулируется научная гипотеза исследования.

1.1 Анализ существующих подходов к обучению сотрудников и их недостатки

В данном параграфе рассматриваются ключевые подходы к корпоративному обучению и их основные недостатки на основе анализа современных исследований. Особое внимание уделяется проблемам эффективности тренингов и их влиянию на производительность персонала.

Автор статьи «The Effect of Training on Employee Performance» [10] раскрывает проблему неэффективного использования компаниями тренингов для повышения производительности персонала. Он отмечает, что некоторые компании организуют тренинги для работников без четкой постановки целей и задач, не понимая, какие именно знания, навыки и способности персонал должен получить в результате. Это приводит к неэффективности таких тренингов.

Для решения этой проблемы автор предлагает следующее:

- разработать систему оценки производительности персонала, позволяющую выявить истинные причины низкой производительности;

- на основе этой оценки определить, может ли тренинг устранить выявленные недостатки, или причины низкой производительности лежат в другой плоскости;
- рекомендовать компаниям проектировать тренинги с четкими целями и задачами, учитывая специфику бизнеса и потребности как отдельных работников, так и компании в целом;
- предложить компаниям контрольный список для оценки производительности персонала и выявления истинных причин проблем с ней, чтобы на их основе выбирать наиболее эффективные меры, в том числе тренинги.

Автор статьи «The impact of employee training and development on employee productivity» [22] раскрывает проблему необходимости повышения продуктивности персонала организаций в условиях жесткой конкуренции на рынке.

Для решения этой проблемы автор предлагает следующие меры:

- инвестировать в обучение и развитие персонала, так как это позволяет повысить его квалификацию и компетенции, а значит и продуктивность;
- проводить таргетированное обучение, направленное на развитие навыков принятия решений, командной работы, решения проблем, межличностных отношений;
- разрабатывать и реализовывать программы профессионального развития персонала, чтобы повысить его мотивацию и удержать квалифицированных сотрудников;
- рассматривать инвестиции в обучение и развитие персонала как стратегический приоритет для достижения конкурентных преимуществ;
- обеспечивать постоянное обновление знаний и навыков персонала в условиях динамично меняющейся среды для поддержания высокой продуктивности.

Автор статьи «Training and development program and its benefits to employee and organization» [17] раскрывает проблему недостаточной развитости систем тренинга и развития персонала в организациях.

Он предлагает следующие решения этой проблемы:

- внедрение систематических программ тренинга и развития персонала, учитывающих потребности как сотрудников, так и организации;
- разработка эффективных программ, включающих такие элементы как ориентация, развитие управленческих навыков, операционные навыки;
- использование различных методов обучения - онлайн-обучение, компьютерное обучение, наставничество и так далее;
- развитие карьеры сотрудников, включая планирование карьеры и целеполагание;
- оценка эффективности программ тренинга и развития посредством измерения их влияния на индивидуальные и организационные результаты.

Автор статьи «A study on efficacy of employee training: Review of literature» [29] раскрывает проблему эффективности обучения персонала организаций. Он предлагает следующие решения этой проблемы:

- проводить системный процесс дообучения, включающий определение потребностей в обучении, отбор участников и применение подходящих методов и техник обучения;
- уделять внимание достижению как индивидуальных целей обучающихся (освоение новых знаний и навыков, развитие карьеры), так и целей организации;
- использовать обучение для развития групповой динамики и культуры, повышения эффективности групповой работы;
- оценивать результаты обучения на разных уровнях персонала - от работников до менеджеров высшего звена;

- учитывать меняющуюся внешнюю и внутреннюю среду организации при разработке программ обучения.

Автор статьи «Employee Performance: Education, Training, Experience and Work Discipline» [25] раскрывает проблему влияния образования, обучения, опыта работы и дисциплины труда на эффективность персонала на предприятии Infineon Technologies. Автор предлагает следующие решения этой проблемы:

- повышение уровня образования персонала в соответствии с занимаемой должностью, чтобы сотрудники могли лучше справляться со своими обязанностями;
- организация обучения персонала для повышения их навыков и знаний, что улучшит производительность труда;
- оценка и повышение опыта работы сотрудников для достижения ими оптимальной производительности;
- соблюдение требований дисциплины труда, введение стандартов поведения на работе для повышения продуктивности персонала;
- комплексное внедрение мероприятий по образованию, обучению, накоплению опыта работы и соблюдению дисциплины труда, что обеспечит рост эффективности персонала предприятия.

Автор рассматривает проблему влияния обучения персонала на преданность сотрудников и текучесть кадров. Он предлагает следующие решения этой проблемы:

- обучение, которое повышает воспринимаемые инвестиции со стороны сотрудников в компанию, увеличивает преданность сотрудников;
- обучение, которое формирует чувство долга перед организацией, ведёт к повышению преданности;
- обучение, которое стремится повысить идентификацию сотрудников с компанией, скорее всего, увеличит преданность;

- обучение, которое ограничивает альтернативные варианты трудоустройства, вероятно, приведёт к увеличению преданности.

Использование обучения совместно с другими политиками, нацеленными на преданность персонала, обеспечит больший эффект от обучения на преданность и удержание сотрудников.

Анализ существующих подходов к обучению выявил ряд существенных недостатков: отсутствие четких целей обучения, недостаточную связь с практическими задачами и низкую вовлеченность сотрудников. Это подводит нас к необходимости рассмотрения современных методов обучения с использованием чат-ботов, которые могут помочь преодолеть выявленные проблемы.

1.2 Анализ методов обучению сотрудников с помощью чат-ботов

В данном параграфе исследуются современные подходы к использованию чат-ботов в корпоративном обучении. Рассматриваются различные технологические решения и их применение для повышения эффективности образовательного процесса.

В статье «Современные проблемы обучения персонала в крупных организациях» [5] не раскрывается прямо проблема повышения эффективности и результативности обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов. Однако автор затрагивает некоторые проблемы обучения персонала в крупных компаниях, которые можно было бы частично решить с применением чат-ботов:

- сложность донесения информации об обучении до большого количества сотрудников и координации процесса обучения. чат-боты позволили бы эффективно распространять информацию и записывать сотрудников на обучение с минимальными затратами времени;
- трудность правильного подбора методики обучения конкретному сотруднику. чат-боты на основе методов искусственного интеллекта

смогли бы анализировать профиль сотрудника и рекомендовать наиболее подходящий формат и методику обучения;

- сложность мотивировать сотрудников и донести до них цели и ожидаемый эффект обучения. чат-боты позволили бы индивидуально общаться со сотрудниками, объяснять преимущества обучения и снимать вопросы.

Статья «Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger» [26] посвящена анализу образовательных чат-ботов на платформе Facebook Messenger. В данной статье проблема повышения эффективности и результативности обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов раскрывается следующим образом: чат-боты могут стать эффективным способом дистанционного обучения персонала крупных компаний. Внедрение чат-ботов на базе мессенджеров позволит обучать сотрудников в удобное для них время и не требуя их физического присутствия.

Чат-боты должны строиться на основе следующих методов и технологий:

- паттерн-матчинг - анализ вводимого текста пользователем и подбор наиболее подходящего шаблона ответа. это позволит чат-боту отвечать на типовые вопросы сотрудников;
- использование машинного обучения - обучение чат-бота на больших массивах данных предыдущих диалогов с целью улучшения качества разговора и понимания контекста;
- интеграция с видео- и текстовыми учебными материалами - чат-бот должен уметь рекомендовать и отправлять сотрудникам материалы обучающих курсов;
- тестирование знаний - чат-бот может проводить опросы и тесты для проверки усвоения материала обучения.

В статье «Designing Chatbots for Workplace Learning» рассматривается проблема повышения эффективности и результативности обучения персонала

в крупных организациях с помощью чат-ботов [11]. Авторы выделяют следующие методы и технологии, которые должны быть положены в основу чат-ботов:

- персонализация обучения. чат-бот должен учитывать индивидуальные особенности каждого сотрудника, его предпочтения в обучении, ранее полученный опыт. чат-бот должен адаптироваться под каждого пользователя;
- машинное обучение. чат-бот должен самостоятельно совершенствоваться и улучшать качество своей работы, обучаясь на основе анализа предыдущего взаимодействия с пользователями, их ответов и обратной связи;
- поиск и рекомендация образовательных ресурсов. одной из ключевых функций чат-бота должна стать способность находить и рекомендовать сотрудникам подходящие обучающие материалы (курсы, видео, статьи и т.д.) с учетом их потребностей, интересов и уровня подготовки;
- организация неформального обучения. чат-бот должен уметь находить пары для наставничества и обмена опытом, организовывать виртуальные встречи между сотрудниками для обсуждения проблем на рабочем месте;
- проактивность. чат-бот должен напоминать сотрудникам о необходимости обучения и предлагать новые образовательные ресурсы в подходящий момент, но при этом не нарушать рабочий процесс и ритм.

В статьях «Анализ использования чат-бота как инструмента онлайн-обучения персонала» [6] и «Перспективы использования чат-ботов в HR-секторе» [2] авторы отмечают, что в современных условиях необходимо обеспечить непрерывное обучение персонала с целью повышения его квалификации и сохранения конкурентоспособности организации. При этом

требуются новые подходы к организации обучения, позволяющие обучать сотрудников в любое время и в любом месте.

Чат-боты выделяются как один из эффективных инструментов онлайн-обучения, позволяющий автоматизировать этот процесс.

Для повышения эффективности и результативности обучения персонала с помощью чат-ботов необходимо:

- разработать чат-боты таким образом, чтобы они могли предоставлять познавательный контент, проводить опросы и тестирование, организовывать встречи сотрудников;
- внедрить чат-ботов в популярные мессенджеры и корпоративные системы для максимальной доступности обучения;
- использовать методы машинного обучения, искусственного интеллекта, обработки естественного языка для адаптации чат-ботов к нуждам сотрудников;
- строить обучение как интерактивный процесс с элементами рефлексии, практических заданий и встреч под руководством чат-бота;
- анализировать результаты обучения с помощью метрик и опросов для оценки его эффективности и совершенствования.

В статье «Использование чат-ботов в образовательном процессе» рассматривается проблема повышения эффективности и результативности обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов. [1]

Для решения этой проблемы необходимо:

- использовать чат-боты, основанные на принципах машинного обучения. такие чат-боты могут самостоятельно обучаться, решая задачи и взаимодействуя с пользователями, таким образом учитывая запросы персонала;
- структурировать информацию для обучения персонала на логические блоки, которые и будут представлены в чат-боте;

- предусмотреть в чат-боте интерактивные элементы, такие как кнопки с вопросами, ответами «да/нет», ссылками на дополнительные источники информации. это позволит сделать обучение более увлекательным;
- использовать готовые платформы и инструменты для создания чат-ботов, такие как mobilemonkey или chatfuel, что не потребует больших затрат на разработку.

В статье «Чат-бот для обучения персонала в нефтегазовом производстве» рассматривается проблема повышения эффективности и результативности обучения персонала в узкоспециализированных крупных организациях с помощью чат-ботов. [4]

Для решения этой проблемы предлагается использовать следующие методы и технологии:

- разработка чат-ботов, имитирующих различные ситуации на производстве, в том числе аварийные и чрезвычайные ситуации, нарушения правил техники безопасности. это позволит обучающимся получить опыт принятия решений и действий в подобных ситуациях, а не просто теоретически изучать материал;
- использование чат-ботов для проведения тестирования и проверки усвоения материала обучающимися. это позволит объективно оценить уровень понимания и готовности к действиям в различных производственных ситуациях;
- разработка чат-ботов с функцией консультирования. они будут имитировать действия диспетчеров и руководителей, помогая обучающимся решать возникающие на производстве проблемы;
- использование чат-ботов на основе архитектуры «клиент-сервер», что позволит одновременно обучать большое количество сотрудников с распределением нагрузки;
- создание мобильных приложений для чат-ботов, обеспечивающих доступ к обучению в любое время и в любом месте.

Из представленного текста статьи «Future directions for chatbot research: an interdisciplinary research agenda» [12] можно выделить следующие аспекты, касающиеся темы повышения эффективности и результативности обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов:

- одной из основных проблем для крупных организаций является обеспечение эффективного обучения большого количества сотрудников. использование чат-ботов может помочь решить эту проблему, обеспечив доступ к обучающим материалам 24/7;
- чат-боты должны быть основаны на современных технологиях естественного языкового взаимодействия, таких как обработка естественного языка и генеративные нейросетевые модели. это позволит обеспечить естественный диалоговый интерфейс для взаимодействия сотрудников с чат-ботами;
- чат-боты должны иметь возможность извлекать контекстные сведения о сотруднике и его нуждах в обучении, чтобы обеспечить персонализированный подход. для этого могут использоваться технологии машинного обучения;
- важно, чтобы чат-боты могли не только давать ответы на заданные вопросы, но и проводить полноценные диалоги, обсуждая различные аспекты обучения. для этого следует использовать методы планирования диалога;
- необходимо предусмотреть возможность интеграции чат-ботов с системами управления обучением для доступа к различным обучающим материалам и курсам.

В статье «Chatbots applications in education: A systematic review» [23] не рассматривается прямо вопрос о повышении эффективности и результативности обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов. Статья посвящена систематическому обзору научных работ о применении чат-ботов в образовании.

Однако можно выделить некоторые методы и технологии, которые потенциально могут быть положены в основу чат-ботов для повышения эффективности обучения персонала:

- использование естественного языка для диалога человек-чат-бот. это позволит обеспечить максимально естественный и удобный интерфейс для обучения;
- расширенная база знаний чат-бота, включающая материалы обучающих программ, вопросы и ответы, методические указания и т.д.;
- возможность оценивания знаний обучающихся и адаптация обучения в зависимости от уровня подготовки;
- обеспечение интерактивности обучения посредством вопросов, заданий, тестов и иных форм взаимодействия;
- интеграция чат-бота с другими цифровыми образовательными платформами и системами;
- постоянное совершенствование чат-бота на основе обратной связи от пользователей и анализа их взаимодействия.

Из статьи «Orca: Progressive learning from complex explanation traces of gpt-4» [21] можно извлечь следующие идеи, которые могут быть полезны для решения задачи повышения эффективности и результативности обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов:

- использование чат-бота в качестве «учителя-ассистента» на промежуточных этапах обучения большой языковой модели. как указано в статье, обучение сначала чат-бота chatgpt, а затем более сложной модели orca на основе сгенерированных тренировочных данных чат-ботом chatgpt повысило качество обучения. такой подход можно применить и для обучения персонала: начать с обучения в chatbot, а затем перейти к более сложным задачам с orca-подобным чат-ботом;

- использование детальных объяснений и «цепочек мышления» при обучении, а не просто вопрос-ответ. как показано в статье, такой подход (explanation tuning) позволил снизить разрыв между способностями малых и крупных моделей. объяснения и описание цепочек мышления могут улучшить усвоение материала обучаемыми;
- сбор большого объема данных для обучения чат-бота путем активного взаимодействия с сотрудниками. как показано в статье, было собрано около 5 миллионов образцов для обучения, что позволило добиться высокого качества. такой подход может применяться и в случае обучения персонала;
- использование разных системных сообщений для получения разных типов ответов от чат-бота (длинные ответы, короткие и т.д.). это позволяет разнообразить процесс обучения.

В статье «GPT understands, too» [19] рассматривается проблема повышения эффективности и результативности обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов.

Основные методы и технологии, которые должны быть положены в основу чат-ботов для решения этой проблемы:

- использование нейросетевых технологий для обучения чат-ботов на больших массивах данных о вопросах и ответах сотрудников. это позволит чат-ботам лучше понимать запросы пользователей;
- разработка чат-ботов на основе систем обработки естественного языка. это позволит взаимодействовать с чат-ботами на обычном естественном языке, а не по жестким шаблонам;
- использование чат-ботов как помощников для онлайн-обучения. чат-боты смогут решать вопросы сотрудников в процессе обучения, обеспечивать доступ к образовательным материалам, проводить тестирование;

- разработка мобильных приложений для доступа к чат-ботам. это позволит эффективно обучать персонал вне офиса и сократить затраты на командировки;
- хостинг чат-ботов в чат-платформах сотрудников (slack, microsoft teams и др.) для удобства взаимодействия.

В статье «Pre-trained models: Past, present and future» [15] не раскрывается прямо проблема «Как повысить эффективность и результативность обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов». Статья посвящена обзору последних достижений в области применения нейронных сетей для обработки естественного языка и не затрагивает тему использования чат-ботов для обучения персонала.

Однако, на основании данного анализа, можно предположить, что чат-боты могут быть эффективно использованы для обучения персонала крупных организаций, если в их основу будут положены следующие методы и технологии:

- нейронные сети, обученные на большом объеме данных. это позволит чат-ботам понимать естественный язык на уровне человека и вести естественный диалог;
- технологии контекстно-зависимого поиска и рекомендаций. чат-бот должен учитывать контекст беседы и на основе ранее заданных вопросов предлагать наиболее подходящий материал для обучения;
- методы компьютерного зрения и распознавания образов. это позволит чат-боту не только вести текстовый, но и мультимедийный диалог, демонстрируя визуальные примеры;
- технологии оценки эффективности обучения. чат-бот должен уметь контролировать усвоение материала и вносить коррективы в обучающий процесс;
- интерфейсы в формате мессенджеров. это сделает доступ к обучению для персонала максимально удобным.

Из текста статьи «Learning towards conversational AI: A survey» [13] следующие моменты касаются проблемы повышения эффективности и результативности обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов:

- большие компании сталкиваются с проблемой обучения большого количества сотрудников. традиционные методы обучения не всегда эффективны и затратны;
- чат-боты могут стать альтернативой традиционным методам обучения. они позволяют сократить затраты на обучение и сделать процесс более доступным для сотрудников;
- чат-боты могут решать рутинные задачи, связанные с обучением, такие как расписание занятий, напоминания о предстоящих сессиях, консультирование по вопросам обучения и т.д. это снимет нагрузку с менеджеров по обучению;
- чат-боты позволяют обучать сотрудников в удобное для них время, не связываясь с расписанием и географией. это увеличит доступность обучения.

Для того, чтобы чат-боты могли эффективно решать поставленную проблему, в них должны быть задействованы следующие методы и технологии:

- нейросетевые технологии для обработки естественного языка, позволяющие понимать запросы пользователей;
- системы машинного обучения для анализа данных о поведении сотрудников и их потребностях в обучении;
- интеллектуальные алгоритмы планирования и расписания для организации процесса обучения;
- интерфейсы на основе естественного диалога, которые сделают взаимодействие с чат-ботом максимально простым и естественным.

В статье «Artificial Intelligence in Tactical Human Resource Management: A Systematic Literature Review» [31] рассматривается проблема повышения

эффективности и результативности обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов.

Чат-боты могут решить данную проблему, если будут основаны на следующих методах и технологиях:

- машинное обучение. чат-бот должен обучаться на основе предыдущих диалогов с сотрудниками, чтобы лучше понимать их запросы и отвечать более релевантно;
- обработка естественного языка. чат-бот должен уметь понимать обычную человеческую речь на естественном языке, а не только узки сформулированные вопросы;
- рекомендательные системы. чат-бот должен уметь на основе профиля пользователя и истории диалогов рекомендовать наиболее подходящий учебный материал или формат обучения;
- персонализация. чат-бот должен учитывать индивидуальные особенности каждого сотрудника и подбирать подходящий стиль общения и формат обучения;
- гибкость. чат-бот должен уметь оперативно обновлять контент обучения в зависимости от изменений в бизнесе, задачах и технологиях компании.

В статье «The Role of Self-Improving Tutoring Systems in Fostering Pre-Service Teacher Self-Regulated Learning» [16] рассматривается проблема повышения эффективности и результативности обучения персонала в крупных организациях с помощью чат-ботов.

Чат-боты могут помочь решить эту проблему, если будут построены на следующих методах и технологиях:

- искусственный интеллект и нейронные сети для обработки естественного языка. это позволит чат-боту понимать запросы сотрудников и отвечать по существу;

- обработка больших данных о персонале и обучении. чат-бот должен иметь информацию о предыдущем опыте и нуждах каждого сотрудника для индивидуального подхода;
- распознавание эмоций. чат-бот должен уметь определять настроение сотрудника для оказания эмоциональной поддержки, если нужно.
- построение оптимальных образовательных траекторий. на основании данных чат-бот должен формировать персонализированные программы обучения для каждого;
- обратная связь. чат-бот должен контролировать эффективность обучения и вносить коррективы в программы на ее основе.

Исследование показало, что чат-боты обладают значительным потенциалом для улучшения корпоративного обучения благодаря персонализации, доступности 24/7 и возможности мгновенной обратной связи. Эти выводы создают основу для дальнейшего обоснования выбора темы исследования и формулировки рабочей гипотезы.

Проведенный в первом разделе анализ позволил выявить основные недостатки существующих подходов к корпоративному обучению и определить перспективные направления их совершенствования с помощью чат-ботов. Были изучены современные исследования по использованию чат-ботов в обучении, что позволило сформулировать научную гипотезу о повышении эффективности корпоративного обучения при использовании интеллектуальных чат-ботов. Выявленные недостаточно изученные аспекты проблемы, такие как экономическая эффективность внедрения и психологические аспекты взаимодействия с чат-ботами, определили дальнейшие направления исследования.

2 Методика внедрения чат-ботов в корпоративное обучение

Во втором разделе представлен методический подход к внедрению чат-ботов в систему корпоративного обучения. Проводится сравнительный анализ существующих подходов к обучению персонала и предлагаются способы их совершенствования на основе современных технологий искусственного интеллекта.

2.1 Сравнительный анализ существующих подходов обучения сотрудников

В данном параграфе проводится детальное сравнение традиционных методов корпоративного обучения: обучения на рабочем месте (OJT) и специализированного обучения. Анализируются их ключевые характеристики, преимущества и недостатки в контексте современных требований бизнеса.

В статьях «IT Employees Training Methods and Job Performance - An Empirical Investigation» [24] и «What impact does training have on employee commitment and Employee turnover?» [7] рассматриваются два основных типа методов обучения: обучение на рабочем месте (OJT) и специализированное обучение, а также рассматривается их влияние на эффективность работы ИТ-сотрудников. Рассмотрим детальное описание этих методов, их принципов работы, плюсов и минусов, а также их влияния на эффективность работы сотрудников:

Обучение на рабочем месте (On-the-Job Training) предполагает прохождение сотрудниками обучения непосредственно в их привычной рабочей среде, что позволяет сразу же применить новые навыки. Этот метод повышает значимость и вовлеченность, поскольку обучение непосредственно связано с повседневными задачами сотрудников и активно вовлекает их в процесс обучения. Однако OJT может нарушить повседневную работу, если

им не управлять должным образом, а качество обучения может значительно отличаться в зависимости от способностей и загруженности тренера. С точки зрения эффективности, ОЈТ повышает результативность работы сотрудников, позволяя немедленно применять и постоянно корректировать полученные навыки в соответствии с рабочим контекстом, что делает его практичным подходом для быстрой интеграции навыков.

С другой стороны, специализированное обучение предлагает целенаправленный контент, предоставляемый экспертами или внешними инструкторами, часто адаптированный к конкретным областям знаний, имеющим решающее значение для работы. Этот метод обеспечивает всестороннее понимание сложных предметов и помогает сотрудникам развивать компетентность экспертного уровня в определенных областях, повышая их универсальность на рабочем месте. Однако специализированное обучение может быть более дорогостоящим и трудоемким, потенциально требуя от сотрудников уделять время своим обычным обязанностям, что может повлиять на краткосрочную производительность. Несмотря на эти затраты, специализированное обучение оказывает большее влияние на процесс работы, чем ОЈТ. Оно расширяет возможности сотрудников, что приводит к повышению результативности и производительности труда в долгосрочной перспективе.

Эмпирические результаты исследования свидетельствуют о том, что оба метода обучения положительно влияют на эффективность работы, при этом специализированное обучение оказывает большее влияние. Это означает, что если ОЈТ необходим для немедленного применения практических навыков, то специализированное обучение имеет решающее значение для развития более глубокого и широкого набора навыков, что значительно повышает эффективность работы сотрудников с течением времени. Задача руководства - сбалансировать эти методы, чтобы оптимизировать производительность и эффективность труда.

Далее рассмотрим статью «The method of personalized corporate e-learning based on personal traits of employees» [8]. В ней рассматривается персонализированный подход к электронному обучению с учетом индивидуальных характеристик сотрудников. Этот метод направлен на повышение как мотивации, так и качества подготовки специалистов различных предприятий.

Подход к обучению предполагает создание персонализированных траекторий обучения, основанных на личных качествах и желаниях сотрудников относительно их карьерного роста как по вертикали, так и по горизонтали внутри компании. Этот метод включает в себя тщательный процесс выявления и согласования компетенций сотрудника с конкретными потребностями его должности, тем самым способствуя более целенаправленному и эффективному обучению.

Среди положительных черт данного подхода можно выделить пункты:

- персонализация: обучение индивидуально адаптировано к каждому сотруднику, что может повысить вовлеченность и актуальность;
- мотивация: персонализация обучения в соответствии с карьерными устремлениями сотрудников повышает их мотивацию к обучению и росту внутри компании;
- эффективность: сосредоточив внимание на конкретных потребностях и особенностях сотрудников, обучение может принести более прямую пользу в улучшении необходимых навыков и компетенций.

Однако у данного подхода имеется несколько недостатков:

- ресурсоемкость: разработка персонализированных путей обучения для каждого сотрудника требует значительных ресурсов с точки зрения времени и hr-аналитики;
- сложность реализации: этот процесс предполагает постоянную корректировку и согласование с целями компании, что может

вызвать затруднения, так как цели меняют в зависимости от ситуации на рынке;

- проблемы масштабируемости: адаптацию программ обучения к индивидуальным потребностям может быть сложно масштабировать среди большого количества сотрудников без значительной технологической и административной поддержки.

Персонализированный метод электронного обучения напрямую влияет на эффективность работы сотрудников, поскольку обеспечивает высокую актуальность и увлекательность обучения, что, скорее всего, приведет к лучшему усвоению знаний и более быстрому применению новых навыков на рабочем месте. Кроме того, повышая мотивацию за счет персонализированных возможностей карьерного роста, предполагается, что сотрудники будут более активно подходить к обучению и применению навыков, что еще больше повысит их эффективность и производительность на работе. Этот метод позволяет получить хорошо обученных, мотивированных сотрудников, способных решать сложные задачи, что вносит положительный вклад в общую производительность и эффективность организации.

Уже в статье «The Analysis of the Selected Factors Influencing the Selection of Employee Training Methods» [9] исследуются различные методы обучения и факторы, влияющие на их выбор в словацких компаниях. Упомянутые методы обучения и их описание, изложены ниже:

- смена рабочих мест. сотрудники ротируются на разных должностях в компании, чтобы учиться и выполнять различные задачи;
- лекции и семинары. традиционные образовательные подходы, при которых знания передаются посредством официальных презентаций и обсуждений;
- мозговой штурм. метод совместной работы, при котором сотрудники генерируют идеи и решения в групповой обстановке;

- центр оценки (assessment center). процесс, включающий множество оценок, в том числе симуляций, упражнений и мероприятий для оценки компетенций;
- мастер-классы. интерактивные учебные занятия, направленные на развитие практических навыков;
- цифровое обучение. модули онлайн-обучения, которые сотрудники могут проходить индивидуально в своем собственном темпе.

Данное исследование показывает зависимость выбора метода обучения от существующих факторов в компании.

Например, существуют значительные различия во временных и финансовых затратах между различными методами обучения. Центр оценки («АС»), мастер-классы и мозговые штурмы названы наиболее ресурсоемкими с точки зрения времени и денег. Из-за высокой стоимости и сложности эти методы используются реже.

Поэтому компании отдают предпочтение менее ресурсоемким методам [25]. Смена рабочих мест, электронное обучение и лекции/семинары - наиболее часто используемые методы, поскольку они менее затратны. Этим методам отдается предпочтение, поскольку их могут проводить внутренние сотрудники без привлечения внешних специалистов, а первые два метода не требуют одновременного сбора большого количества участников, что обеспечивает большую гибкость и простоту реализации.

Однако, несмотря на высокую стоимость и сложность, исследование показало, что АС, мозговые штурмы и мастер-классы считаются наиболее эффективными методами повышения производительности труда и содействия карьерному росту. Эти методы считаются лучшими в развитии широкого спектра знаний и навыков, включая креативность и инновации, благодаря их интерактивному характеру и активному вовлечению сотрудников в процесс обучения.

Исследование, проводившееся в статье «Impact Of Training and Development On Employee Performance: A Study Of Myanmar Internet Service

Provider Industry» [27], указывает на деление методов обучения на ранее упоминавшийся тип OJT (On-the-Job Training) и Off-the-Job Training. Первый тип, как и упоминалось ранее, указывает на методы подготовки, которые обучают сотрудников компетенциям, применяемым только в назначенных им задачах, тогда как второй тип подразумевает получение общих компетенций, которые будут частично задействованы в задачах сотрудника.

Примерами On-the-Job Training и Off-the-Job Training являются On-the-job training и Off-the-Job training.

On-the-job training:

- смена рабочих мест;
- наставничество. опытный сотрудник или менеджер непосредственно обучает нового сотрудника конкретным навыкам и процессам, необходимым для выполнения его роли;
- stretch assignments. сотрудникам дают задания, которые выходят за рамки их текущего уровня квалификации, поощряя их «растягивать» и развивать свои способности.

Off-the-Job training:

- мастер-классы;
- имитационные игры. данный метод обучения подразумевает симуляцию определенных ситуаций, в которых сотрудник применяет на себя одну или несколько ролей;
- цифровое обучение.

Исследование демонстрирует положительную корреляцию между инициативами по обучению и развитию и общей производительностью сотрудников. Это означает, что с ростом качества и интенсивности обучения повышается и эффективность работы сотрудников.

Одним из ключевых факторов для оптимального обучения исследование выделяет оценку потребностей в обучении. Данный фактор имеет решающее значение для выявления пробелов в навыках сотрудника, что становится основой при построении учебной траектории сотрудника.

Исходя из обзора вышеуказанных исследований, можно выделить два подхода к обучению: On-the-Job и Off-the-Job. Оценим их применимость к решению проблемы с низкой эффективностью обучения сотрудников.

С точки зрения On-the-Job можно выделить следующие положительные стороны от его применения:

- непосредственное применение: ojt позволяет сотрудникам применять полученные знания непосредственно при выполнении текущих задач. такое немедленное применение помогает закрепить полученные знания и обеспечить более быструю интеграцию новых навыков в рабочий процесс, сокращая временной разрыв между обучением и применением, который часто наблюдается при использовании более теоретических методов обучения;
- индивидуальный подход к обучению: поскольку обучение проводится в контексте конкретных должностных обязанностей сотрудника, оно может быть в значительной степени адаптировано к потребностям человека и специфическим требованиям его роли. такой индивидуальный подход позволяет не тратить время на неактуальный материал, который часто может демотивировать обучающихся или привести к неэффективности обучения;
- повышение вовлеченности: сотрудники, как правило, более вовлечены в обучение, которое является частью их текущей работы, а не отдельным, часто абстрактным мероприятием. повышение вовлеченности может улучшить показатели удержания и сделать обучение более эффективным, что, в свою очередь, повышает эффективность обучения.

Однако та же узкая специализация таких тренингов приводит к их ограниченной применимости в будущих задачах сотрудника.

С другой стороны, Off-the-Job также предлагает ряд преимуществ при внедрении:

- стандартизированные материалы: off-the-job обучение часто предполагает создание подробных учебных программ, раздаточных материалов, слайдов презентаций и других учебных материалов, рассчитанных на многократное использование. разработанные материалы можно повторно использовать в будущих задачах без существенных дополнительных затрат, не считая обновления и незначительной корректировки для поддержания актуальности содержания;
- масштабируемость и последовательность: учебные материалы и программы можно легко масштабировать, чтобы охватить большее количество сотрудников. это особенно полезно для крупных организаций или для обучения, которое должно проводиться в нескольких местах. последовательность гарантирует, что все сотрудники получают одинаковое обучение, что очень важно для поддержания стандартизированной практики в организации;
- платформы электронного обучения: программы обучения вне рабочего места используют онлайн-платформы, на которых размещаются видео, учебные пособия и интерактивный контент. эти цифровые ресурсы удобны для многократного использования и могут быть доступны сотрудникам по мере необходимости, даже из удаленных мест. модули электронного обучения особенно экономичны и могут с течением времени могут обновляться новым контентом по мере изменения стандартов или технологий.

Однако у такого подхода выделяются две основных проблемы: применение знаний на рабочих местах и масштабируемость. Контекст, в котором приобретаются навыки, может сильно отличаться от контекста, в котором они применяются, что может препятствовать эффективному переносу и снижать общую эффективность обучения, а по мере увеличения числа участников поддерживать качество и индивидуальный подход к обучению становится сложнее.

Сравним эти два подхода по нескольким параметрам в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение двух подходов в обучении сотрудников

Фактор	On-the-Job	Off-the-Job
Применение навыков	Высокое. Обучение напрямую связано с повседневными задачами, что повышает возможность непосредственного применения.	Ниже, если не будут предприняты конкретные усилия по тесному приведению обучения в соответствие с требованиями должности.
Актуальность обучения	Высокая. По своей сути адаптированы к работе и среде на рабочем месте.	Варьируется. Актуальность обучения может быть высокой, если его правильно согласовать на этапе планирования, но это не гарантировано
Экономическая эффективность	Экономически эффективен благодаря меньшей потребности во внешних ресурсах. Не обсуждается явно, но подразумевается.	Потенциально высокие затраты из-за необходимости в тренерах, материалах и, возможно, местах проведения. В статьях не подробно описано.
Масштабируемость.	Низкая. Из-за зависимости от отдельных инструкторов и условий на рабочем месте.	Высокая; материалы и программы можно повторно использовать и доставлять большому количеству людей в различные места.
Вовлеченность сотрудников.	Высокая. вовлеченности способствует актуальность к повседневной работе и наличие наставника.	Может быть ниже, если обучение не является интерактивным и увлекательным; в статьях конкретно не упоминается.
Обратная связь и корректировка.	Быстрая обратная связь является ключевым преимуществом, способствующим корректировке обучения.	Механизмы обратной связи различаются; эффективность зависит от структуры тренинга и последующих процессов.
Возврат инвестиций (ROI)	Высокий из-за прямого влияния на производительность труда; особенности частично описаны в статьях.	Окупаемость инвестиций зависит от переноса полученных навыков на рабочее место; эффективность варьируется в зависимости от плана обучения.

Выделим 5 основных проблем, связанных с обучением сотрудников, исходя из вышеописанных источников:

- не соответствие тренингов пробелам в знаниях сотрудников;
- не соответствие полученных навыков задачам на рабочих местах;
- низкая вовлеченность сотрудников в обучение;
- экономическая выгода;
- сложность измерения эффективности обучения.

Проведенный сравнительный анализ показал, что каждый из рассмотренных подходов имеет свои сильные и слабые стороны. Специализированное обучение обеспечивает глубокое понимание предмета, в то время как ОЈТ позволяет немедленно применять знания на практике. Это приводит нас к необходимости рассмотрения способов улучшения существующих подходов для достижения максимальной эффективности обучения.

2.2 Модель и компоненты чат-бота для корпоративного обучения

Чат-бот для корпоративного обучения представляет собой интеллектуальную систему, способную вести диалог с сотрудниками в естественной форме, предоставлять учебные материалы и отвечать на вопросы в режиме реального времени. В отличие от традиционных систем дистанционного обучения, чат-бот обеспечивает персонализированное взаимодействие, адаптируясь к индивидуальному темпу и стилю обучения каждого сотрудника. [30]

Архитектура чат-бота строится на трех ключевых технологических компонентах: обработке естественного языка (Natural Language Processing, NLP), машинном обучении и искусственном интеллекте. Каждый из этих компонентов выполняет специфические функции, обеспечивая эффективное взаимодействие с пользователем.

Модуль обработки естественного языка (NLP) является первичным компонентом взаимодействия с пользователем. Прежде чем перейти к описанию назначения данного модуля будут даны определения. Обработка

естественного языка (Natural Language Processing, NLP) – это направление искусственного интеллекта и компьютерной лингвистики, изучающее методы анализа и синтеза естественного языка. В процессе обработки текста ключевую роль играют две операции: токенизация и лемматизация. Токенизация представляет собой процесс разделения текста на минимальные значимые единицы (токены), такие как слова, числа или знаки пунктуации. Лемматизация – это приведение словоформы к её нормальной, словарной форме, например, «читающего» к «читать» или «компаниями» к «компания». Эти операции являются фундаментальными для понимания и обработки текстовых запросов пользователей.

NLP выполняет следующие ключевые функции:

а) предварительная обработка текста:

- 1) токенизация входного текста на отдельные смысловые единицы,
- 2) нормализация текста (приведение к единому регистру, удаление специальных символов),
- 3) лемматизация слов для приведения их к базовой форме;

б) семантический анализ:

- 1) выделение ключевых концепций в запросе пользователя,
- 2) определение связей между различными частями текста,
- 3) разрешение многозначности терминов с учетом контекста;

в) определение намерений:

- 1) классификация типа запроса (вопрос, просьба, утверждение),
- 2) выявление образовательных целей пользователя,
- 3) определение уровня сложности требуемого ответа;

г) обработка контекста диалога:

- 1) поддержание истории взаимодействия,
- 2) связывание новых запросов с предыдущим контекстом,
- 3) отслеживание тематической целостности диалога;

После обработки естественного языка и преобразования текста в структурированный формат, следующим важным этапом в работе большой

языковой модели является глубокий анализ и обработка данных с помощью модуля управления или модуля искусственного интеллекта (ИИ).

Искусственный интеллект в контексте большой языковой модели представляет собой систему алгоритмов и нейронных сетей, способную к сложным вычислениям и принятию решений на основе обработанных данных. В корпоративном обучении этот модуль отвечает за понимание контекста, генерацию релевантных ответов и адаптацию к потребностям конкретного пользователя.

Ключевые компоненты модуля ИИ:

а) Механизм внимания (Attention Mechanism):

- 1) Определение значимости различных частей входного текста,
- 2) Выявление ключевых взаимосвязей между элементами запроса,
- 3) Фокусировка на релевантной информации из контекста диалога;

б) Трансформер-архитектура:

- 1) Параллельная обработка последовательностей текста,
- 2) Многослойное кодирование информации,
- 3) Эффективная работа с длинными последовательностями данных;

в) Система принятия решений:

- 1) Выбор оптимальной стратегии ответа,
- 2) Определение уровня уверенности в генерируемом ответе,
- 3) Балансировка между точностью и полнотой ответа;

г) Контекстная память:

- 1) Хранение информации о предыдущих взаимодействиях,
- 2) Учет специфики корпоративного контекста,
- 3) Адаптация ответов к уровню пользователя;

Данный модуль является центральным компонентом большой языковой модели, обеспечивающим интеллектуальную обработку информации и генерацию персонализированных ответов для пользователей системы корпоративного обучения. Рассмотрим более детально каждый из ключевых компонентов данного модуля.

После обработки данных модулем искусственного интеллекта, ключевую роль в формировании итогового ответа играет модуль машинного обучения (ML), который отвечает за адаптацию и оптимизацию ответов на основе накопленного опыта взаимодействий.

Машинное обучение в контексте большой языковой модели представляет собой систему алгоритмов, способных обучаться на основе исторических данных и корректировать веса параметров модели для улучшения качества ответов. В корпоративном обучении этот модуль обеспечивает точность и релевантность генерируемых ответов, а также их постоянное улучшение на основе обратной связи от пользователей.

Ключевые компоненты модуля ML:

а) система управления весами:

- 1) определение значимости различных элементов базы знаний,
- 2) корректировка весовых коэффициентов на основе успешности ответов,
- 3) адаптация к изменениям в корпоративных материалах;

б) генерация ответов:

- 1) формирование структурированных ответов на основе контекста,
- 2) оптимизация длины и сложности ответа под уровень пользователя,
- 3) обеспечение связности и логичности генерируемого текста;

в) механизм обратной связи:

- 1) сбор метрик взаимодействия (время ответа пользователя, повторные вопросы, успешность выполнения заданий),
- 2) агрегация оценок от hr-специалистов и экспертов предметной области,
- 3) формирование отчетов о качестве работы модели;

г) адаптивное обучение:

- 1) периодическое переобучение модели ml-инженерами на основе собранных метрик и обратной связи,

- 2) ручная валидация и корректировка базы знаний экспертами предметной области,
- 3) обновление параметров модели через процесс fine-tuning на новых корпоративных данных;

В отличие от полностью автоматической корректировки, которая может привести к накоплению ошибок и деградации качества ответов, распространенной практикой является использование гибридного подхода:

- система автоматически собирает метрики качества работы;
- ml-инженеры анализируют эти метрики и планируют процесс переобучения;
- эксперты предметной области валидируют новые данные для обучения;
- происходит контролируемое переобучение модели с сохранением предыдущих весов для критически важных знаний.

Далее рассмотрим представленную на рисунке 1 модель, в которой рассмотрена работа между вышеописанными модулями.

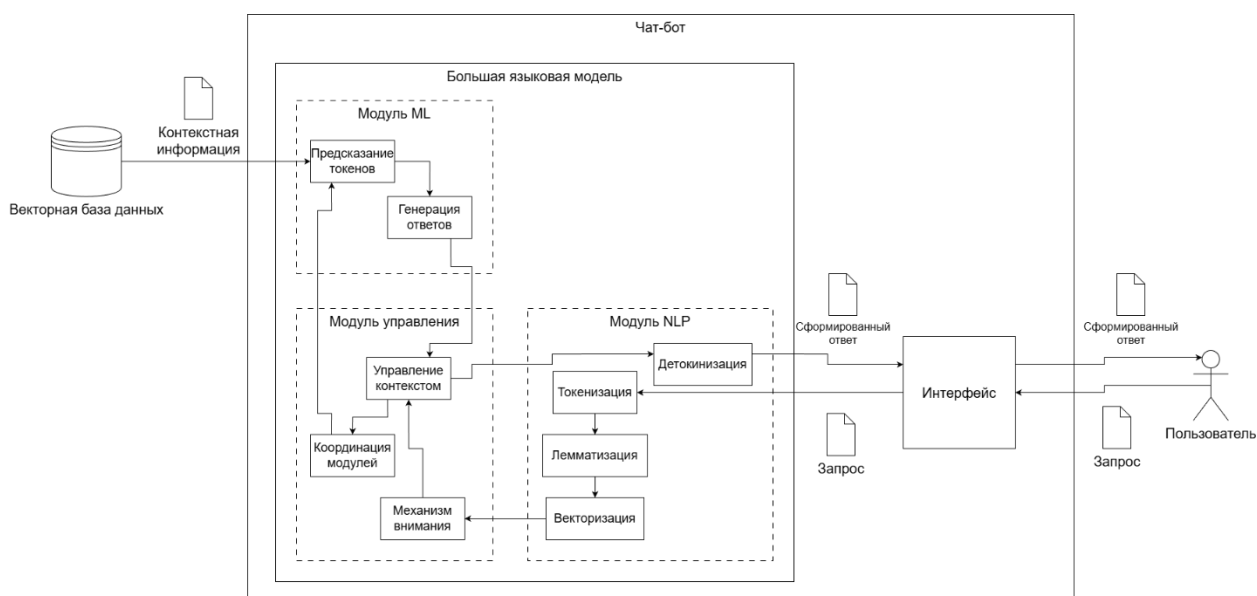


Рисунок 1 – Модель работы чат-бота

Представленная схема демонстрирует архитектуру чат-бота для корпоративного обучения, центральным элементом которого является большая языковая модель. Взаимодействие с системой начинается через пользовательский интерфейс, который служит связующим звеном между пользователем и языковой моделью, обеспечивая удобный формат коммуникации. Полученный через интерфейс запрос направляется в модуль обработки естественного языка (NLP). Здесь происходит последовательная обработка текста: сначала выполняется токенизация, разбивающая текст на минимальные смысловые единицы, затем лемматизация приводит слова к их базовой форме, и наконец, векторизация преобразует текст в числовое представление, понятное для машинной обработки.

Обработанные данные передаются в модуль управления, который является центральным элементом языковой модели. В нем механизм внимания анализирует значимость различных частей входного текста, система управления контекстом поддерживает последовательность диалога, а блок координации модулей обеспечивает правильную маршрутизацию данных между компонентами системы.

Ключевую роль в генерации ответов играет модуль машинного обучения (ML). В нем блок предсказания токенов работает с весовыми коэффициентами, получаемыми из базы знаний. Каждому токenu присваивается определенный вес в зависимости от контекста и частоты использования в корпоративном обучении. На основе этих весов и контекстной информации происходит генерация возможных вариантов ответов, из которых выбирается наиболее актуальный для текущего запроса.

Финальный этап обработки включает проверку сгенерированного ответа через модуль управления для обеспечения соответствия контексту диалога. Затем в модуле NLP происходит детокенизация - преобразование токенов обратно в читаемый текст. Сформированный ответ передается через интерфейс чат-бота пользователю в удобном для восприятия формате. На протяжении всего процесса база знаний служит источником контекстной

информации и весовых коэффициентов, необходимых для точной работы модели и генерации релевантных ответов в контексте корпоративного обучения.

2.3 Способы улучшения текущих подходов к обучению

Рассмотрим два возможных решения данных проблем. Одним из них является смешанный подход, использующий методы из On-the-Job и Off-the-Job, а второй - подход на основе искусственного интеллекта.

Смешанное обучение объединяет модули электронного обучения, занятия в классе и практическую подготовку на рабочем месте. Эта гибридная модель часто используется компаниями и позволяет создавать гибкие и адаптируемые к конкретным потребностям сотрудников и организации учебные курсы, однако постоянно требует доработки программ обучения вручную и постоянных варьирующих затрат на обучающий персонал.

Подход, основанный на ИИ и больших языковых моделях является более автоматизированной версией смешанного подхода. Такая система может обеспечить персонализированный опыт обучения, автоматизировать создание контента, предоставлять постоянную обратную связь в режиме реального времени и постоянно адаптироваться к прогрессу обучающегося. Такая система может сочетать в себе элементы электронного обучения, виртуальных симуляторов и интерактивных ИИ-тьюторов для улучшения процесса обучения.

В таблице 2 будут рассмотрены способы решения перечисленных ранее проблем данным подходом.

Таблица 2 – Способы решения проблем существующих подходов обучения

Проблема	Решение
Не соответствие тренингов пробелам в знаниях сотрудников	Персонализированные пути обучения: ИИ может адаптировать учебный контент к индивидуальным потребностям каждого сотрудника, обеспечивая концентрацию на тех областях, в которых он нуждается больше всего. Интерактивные имитационные программы: Большие языковые модели могут создавать реалистичные виртуальные среды, в которых сотрудники могут отрабатывать навыки и получать мгновенную обратную связь, учитывающую контекст.
Не соответствие полученных навыков задачам на рабочих местах	Адаптивный контент: Система искусственного интеллекта постоянно обновляет и адаптирует учебные материалы с учетом последних отраслевых стандартов и конкретных потребностей организации. Контекстное обучение: Сотрудники проходят обучение, непосредственно связанное с их должностными обязанностями, поскольку ИИ может настраивать сценарии в соответствии с реальными условиями применения.
Низкая вовлеченность сотрудников в обучение	Интерактивные ИИ-тьюторы: Сотрудники могут взаимодействовать с ИИ-тьюторами, которые мгновенно отвечают на вопросы, делая процесс обучения увлекательным и динамичным.
Экономическая выгода	Автоматизированное создание контента: БЯМ могут генерировать и обновлять учебный контент автоматически, что уменьшает необходимость постоянного вмешательства человека и снижает затраты, связанные с разработкой контента. Масштабируемые решения: после внедрения система, управляемая искусственным интеллектом, может масштабироваться для работы с большим количеством сотрудников без значительного увеличения затрат.
Сложность измерения эффективности обучения	Обратная связь в режиме реального времени: БЯМ могут обеспечить немедленную обратную связь, помогая сотрудникам исправить ошибки и лучше понять концепции. Непрерывное совершенствование: Система искусственного интеллекта может анализировать результаты обучения и постоянно совершенствовать программы обучения на основе данных об эффективности работы сотрудников.

Далее сравним смешанный метод и метод, основанный на ИИ. В таблице 3 представлен сравнительный анализ двух методов.

Таблица 3 – Сравнительный анализ смешанного и ИИ методов

Фактор	Адаптивная ИИ-система обучения	Смешанный подход
Закрепление знаний	Высокое, благодаря персонализированному контенту и обратной связи в реальном времени.	От умеренного до высокого, зависит от эффективной интеграции элементов обучения на рабочем месте и вне его.
Применение навыков	Высокое уровень, благодаря виртуальным симуляторам и обратной связи в реальном времени	Высокое, через непосредственную практику на рабочем месте и подкрепление
Актуальность обучения	Очень высокая, благодаря постоянной адаптации к потребностям конкретного рабочего места	Высокая, если содержание тщательно согласовано с должностными обязанностями
Экономическая выгода	Первоначально высокие затраты, которые со временем снижаются благодаря автоматизации	Умеренные, в зависимости от сочетания онлайн и очного обучения
Масштабируемость	Очень высокая, легко масштабируемая с минимальными дополнительными затратами	Высокая, но может потребовать значительных ресурсов для поддержания качества
Обратная связь и корректировка программы	Постоянная обратная связь в режиме реального времени с помощью искусственного интеллекта	Непрерывная обратная связь как в режиме онлайн, так и при личном общении
Сложность реализации	Высокая, требует значительной первоначальной настройки и интеграции	Умеренная, требует координации между различными видами обучения

Сходства:

- оба подхода используют модули электронного обучения для обеспечения масштабируемого и гибкого обучения;
- оба метода включают интерактивные элементы для вовлечения сотрудников;
- в обоих случаях контент подбирается в соответствии с конкретными должностными обязанностями и потребностями организации.

Различия:

- подход, основанный на искусственном интеллекте: использует ИИ для персонализации обучения, обеспечения обратной связи в

реальном времени и автоматизации обновления контента. он отличается высокой масштабируемостью и эффективностью, но требует значительных первоначальных инвестиций и развитой технологической инфраструктуры для достижения наибольшей эффективности;

- смешанный подход к обучению: сочетает электронное обучение с очными методами, обеспечивая баланс гибкости и практической работы. он может быть сопряжен с более высокими текущими расходами и логистическими проблемами, но выигрывает от взаимодействия с людьми и наставничества.

Анализ возможных улучшений показал, что наиболее перспективным является подход на основе искусственного интеллекта, который позволяет автоматизировать процессы обучения и обеспечить персонализированный подход к каждому сотруднику. Это создает основу для перехода к третьему разделу, где будут рассмотрены практические аспекты реализации системы корпоративного обучения на основе чат-ботов.

Проведенное в рамках второго раздела исследование позволило разработать комплексную методику внедрения чат-ботов в корпоративное обучение. Сравнительный анализ традиционных подходов и современных технологических решений показал преимущества использования искусственного интеллекта для персонализации обучения и автоматизации образовательных процессов. Предложенные способы улучшения существующих подходов создают основу для практической реализации системы корпоративного обучения на основе чат-ботов.

3 Практическая реализация системы корпоративного обучения на основе чат-ботов

Третий раздел посвящен практическим аспектам реализации системы корпоративного обучения на основе чат-ботов. Рассматриваются технологические решения, инструменты разработки, проводится анализ бизнес-процессов и оценивается эффективность внедренного решения. Особое внимание уделяется выбору оптимальной архитектуры системы и формированию базы знаний.

3.1 Рекомендации по выбору архитектуры большой языковой модели

В данном параграфе рассматриваются критические аспекты реализации системы корпоративного обучения на основе искусственного интеллекта. Анализируются критерии выбора языковой модели и принципы организации эффективной базы знаний, которые во многом определяют успех всего проекта.

При выборе архитектуры нейронной сети для корпоративного чат-бота необходимо учитывать ряд бизнес-факторов. В таблице 4 представлены основные критерии оценки и их значимость для бизнеса.

Таблица 4 – Ключевые факторы выбора языковой модели для корпоративного применения

Фактор	Описание	Значимость для бизнеса
Вычислительные требования	Необходимые аппаратные ресурсы для работы модели	Прямое влияние на стоимость внедрения и эксплуатации
Время ожидания	Скорость генерации ответов	Влияет на пользовательский опыт и эффективность обучения
Точность ответов	Способность давать релевантные и корректные ответы	Определяет качество обучения и доверие пользователей

Продолжение таблицы 4

Фактор	Описание	Значимость для бизнеса
Контекстное понимание	Способность удерживать контекст диалога	Влияет на естественность взаимодействия и глубину обучения
Масштабируемость	Возможность обработки растущего числа запросов	Определяет потенциал роста системы
Возможность дообучения	Способность адаптироваться к новым данным	Влияет на актуальность и развитие системы
Безопасность данных	Защита корпоративной информации	Критично для сохранения конфиденциальности
Стоимость внедрения	Общие затраты на развертывание и поддержку	Определяет ROI проекта

Далее проведем анализ основных архитектур больших языковых моделей и выберем наиболее подходящую для реализации системы корпоративного обучения.

Encoder-only модели (например, BERT) специализируются на анализе и понимании текста. Они преобразуют входной текст в векторные представления, захватывая контекстуальные особенности. Эти модели отлично подходят для задач классификации, анализа тональности и извлечения информации, но не генерируют новый текст.

В контексте системы корпоративного обучения encoder-only архитектура может эффективно использоваться для:

- создания векторных представлений учебных материалов;
- определения намерений пользователя в запросах;
- семантического поиска по базе знаний.

Decoder-only трансформеры (например, GPT) [18] представляют собой архитектуру, основанную на механизме самовнимания, где модель обучается предсказывать следующий токен на основе предыдущего контекста. Этот подход обеспечивает целостное понимание контекста и высокую универсальность применения.

Основным преимуществом данной архитектуры является единая структура модели, которая обеспечивает сквозную обработку запросов. Благодаря механизму внимания модель способна глубоко анализировать взаимосвязи в тексте и эффективно работать с длинными последовательностями, что особенно важно при обработке сложных учебных материалов и ведении продолжительных диалогов.

Encoder-decoder модели (например, T5, BART) комбинируют преимущества двух предыдущих подходов. Encoder анализирует входной текст, создавая векторные представления, а decoder генерирует выходной текст на основе этих представлений. Такая архитектура особенно эффективна для задач, требующих как глубокого понимания контекста, так и генерации корректных ответов.

В таблице 5 приведен сравнительный анализ рассмотренных архитектур по ключевым факторам.

Таблица 5 – Сравнение архитектур больших языковых моделей по ключевым факторам

Фактор	Encoder-only	Decoder-only	Encoder-decoder
Вычислительные требования	Низкие/средние	Высокие	Высокие
Время ожидания	Быстрый отклик	Средняя скорость	Низкая скорость
Точность ответов	Высокая для анализа, не генерирует ответы	Хорошая для общих знаний, требует дополнительного контекста для специфичной информации	Высокая для структурированных ответов
Контекстное понимание	Хорошее	Отличное	Отличное
Масштабируемость	Высокая	Средняя	Средняя
Совместимость с RAG	Хорошая (для анализа контекста)	Отличная	Отличная
Безопасность данных	Высокая (не хранит внешние знания в параметрах)	Средняя	Средняя
Стоимость внедрения	Низкая/средняя	Высокая	Высокая

Учитывая специфику корпоративного обучения с использованием технологии RAG (Retrieval Augmented Generation), которая позволяет обогащать ответы модели информацией из корпоративной базы знаний, для нашей системы наиболее подходящей будет decoder-only архитектура. Эта архитектура демонстрирует оптимальный баланс между качеством генерации ответов и способностью эффективно использовать дополнительный контекст из внешних источников.

При использовании RAG декодер-ориентированные модели позволяют:

- формировать естественные и связные ответы на основе извлеченной из базы знаний информации;
- поддерживать длительные диалоги с сохранением контекста;
- адаптировать стиль ответов под корпоративные стандарты без необходимости полного переобучения модели.

Для формирования эффективной базы знаний рекомендуется структурировать корпоративные учебные материалы, разбивая их на логические фрагменты с подробными метаданными, что обеспечит точность и релевантность ответов чат-бота при использовании технологии RAG.

Далее рассмотрим формирование базы знаний. При ее формировании рекомендуется учесть несколько аспектов, которые напрямую влияют на работоспособность и качество ответов большой языковой модели.

В первую очередь важно обеспечить базу знаний учебным материалом следующего формата в зависимости от проходимого сотрудником курса:

- структурированные текстовые документы с четкой разметкой;
- пошаговые инструкции и руководства;
- примеры решения типовых задач;
- ответы на часто задаваемые вопросы;
- сценарии диалогов для отработки коммуникативных навыков.

Каждый материал в базе знаний должен сопровождаться подробными метаданными:

- уровень сложности материала;

- целевые компетенции и навыки;
- предварительные требования к знаниям;
- связи с другими материалами;
- применимость к конкретным проектам или должностям.

Необходимо предусмотреть систему поддержания актуальности базы знаний:

- регулярный аудит материалов на актуальность;
- версионирование учебных материалов;
- механизмы быстрого обновления при изменении корпоративных политик;
- сбор и анализ обратной связи от пользователей;
- автоматическая пометка устаревших материалов.

Особое внимание следует уделить обеспечению качества учебных материалов:

- проверка материалов экспертами предметной области курсов;
- единый формат представления информации;
- согласованность терминологии;
- актуальность практических примеров;
- соответствие корпоративным стандартам.

Анализ показал, что архитектура decoder-only является оптимальным выбором для корпоративного обучения, а структурированная база знаний с четкой системой метаданных - критически важным компонентом системы. Эти выводы создают основу для рассмотрения конкретных инструментов разработки MVP.

3.2 Инструменты для разработки минимально жизнеспособного продукта

Данный параграф посвящен анализу и выбору оптимального технологического стека для создания минимально жизнеспособного продукта

(MVP) системы корпоративного обучения на основе чат-ботов. Правильный выбор инструментов является решающим фактором для быстрой и эффективной разработки функционального прототипа, который позволит продемонстрировать ключевые возможности решения и собрать ценную обратную связь от пользователей.

Особое внимание в параграфе уделяется технологиям, необходимым для реализации Retrieval Augmented Generation (RAG) – подхода, который значительно повышает точность и контекстуальную релевантность ответов чат-бота путем обогащения генеративных возможностей большой языковой модели специфичными корпоративными знаниями.

Для реализации MVP системы корпоративного обучения с использованием RAG необходимы следующие основные компоненты:

- большая языковая модель (бям) – ядро системы, отвечающее за генерацию естественного языка и понимание запросов пользователей;
- векторная база данных – специализированное хранилище для индексации и быстрого поиска по векторным представлениям текстовых данных;
- модель векторизации – компонент, преобразующий текстовые данные в числовые векторы;
- api-слой – обеспечивает интеграцию компонентов и предоставляет интерфейс для взаимодействия с системой;
- пользовательский интерфейс – обеспечивает взаимодействие пользователя с чат-ботом.

Рассмотрим подробнее выбор инструментов для каждого компонента.

В качестве основы для реализации большой языковой модели выбран Ollama – инструмент для локального запуска и управления современными языковыми моделями. Ollama обладает рядом преимуществ для использования в MVP:

- локальный запуск моделей – позволяет развертывать бям на локальных серверах без необходимости отправки данных во внешние сервисы, что критически важно для защиты корпоративной информации;
- простота использования – предоставляет удобный интерфейс для загрузки и запуска различных моделей (llama, mistral, gemma и др.) без сложной настройки;
- rest api – встроенный api для интеграции с другими компонентами системы, что упрощает разработку;
- оптимизация производительности – включает механизмы оптимизации работы моделей на доступном оборудовании;
- гибкость выбора моделей – возможность выбора модели оптимального размера и специализации в зависимости от доступных ресурсов и требований к качеству ответов.

Для MVP рекомендуется использовать модели среднего размера (7-13B параметров), которые обеспечивают хороший баланс между качеством ответов и требованиями к вычислительным ресурсам.

В качестве векторной базы данных выбран ChromaDB – современная открытая база данных, специально разработанная для эффективного хранения и поиска векторных представлений. ChromaDB предлагает следующие возможности, важные для реализации RAG:

- оптимизированный векторный поиск – быстрый поиск ближайших соседей для идентификации релевантных документов;
- встроенная поддержка метаданных – возможность сохранять вместе с векторами дополнительную информацию (источник, дата создания, категория и т.д.);
- простой api на python – удобный интерфейс для взаимодействия с базой данных из кода;
- встроенный rest api – возможность взаимодействия с базой данных через http-запросы;

- поддержка различных методов индексации – возможность выбора оптимального метода для конкретной задачи;
- масштабируемость – возможность работы как с небольшими, так и с крупными наборами данных.

ChromaDB позволяет эффективно организовать хранение и поиск по корпоративным знаниям, что является ключевым компонентом RAG-архитектуры.

Для преобразования текстовых данных в векторные представления рекомендуется использовать либо модели от Nomic, либо встроенные возможности ChromaDB:

Модели Nomic:

- высокая точность представлений – создание семантически богатых векторов, хорошо отражающих смысл текста;
- оптимизация для корпоративных данных – модели, способные эффективно работать со специализированной терминологией;
- различные размеры моделей – возможность выбора между точностью и скоростью обработки.

Встроенные модели ChromaDB:

- упрощенная интеграция – не требуют дополнительной настройки и совместимы с chromadb «из коробки»;
- сниженные системные требования – оптимизированы для работы с ограниченными ресурсами;
- достаточная точность для прототипа – обеспечивают приемлемое качество векторных представлений для mvp.

Для начального этапа разработки MVP целесообразно использовать встроенные модели ChromaDB для упрощения архитектуры и ускорения разработки. При необходимости улучшения качества поиска в дальнейшем можно перейти на модели Nomic.

Для разработки пользовательского интерфейса чат-бота рекомендуется использовать современные JavaScript-фреймворки, обеспечивающие создание интерактивных, отзывчивых веб-приложений:

- react – обладает широкой экосистемой компонентов и библиотек для создания чат-интерфейсов, поддерживается крупным сообществом разработчиков;
- angular – обеспечивает комплексное решение для создания корпоративных приложений с сильной типизацией и встроенными инструментами для управления состоянием;
- vue.js – предлагает баланс между простотой использования и функциональностью, имеет плавную кривую обучения.

Все эти фреймворки могут легко интегрироваться с REST API Ollama и позволяют создавать гибкие, масштабируемые пользовательские интерфейсы с акцентом на UX, что особенно важно для систем корпоративного обучения.

Выбранные инструменты образуют архитектуру Retrieval Augmented Generation (RAG), которая объединяет возможности больших языковых моделей с доступом к специфичным корпоративным знаниям. Базовый принцип этой архитектуры заключается в обогащении запросов пользователей релевантной информацией из векторной базы данных перед их обработкой языковой моделью.

Детальное описание методики внедрения и функционирования RAG-архитектуры, включая процессы подготовки базы знаний, обработки запросов и генерации ответов, представлено в следующем параграфе «Методика внедрения чат-бота в процесс корпоративного обучения».

Представленный технологический стек (Ollama, ChromaDB, Nomic/встроенные модели векторизации и современные JavaScript-фреймворки) обеспечивает оптимальный баланс между скоростью разработки MVP, производительностью и качеством генерируемых ответов. Предложенные инструменты позволяют создать функциональный прототип

RAG-системы для корпоративного обучения с минимальными затратами ресурсов и в короткие сроки.

Важным преимуществом выбранного стека является возможность локального развертывания всех компонентов, что обеспечивает защиту конфиденциальных корпоративных данных. После формирования технической базы для MVP необходимо разработать детальную методику внедрения чат-бота в существующие процессы корпоративного обучения, что является следующим логическим шагом и рассматривается в следующем параграфе.

3.3 Методика внедрения чат-бота в процесс корпоративного обучения

В качестве улучшения необходимо внедрить чат-бота в систему управления знаниями в качестве дополнительного функционала. Данный функционал позволит сотрудникам во время обучения задать вопросы по текущему обучающему курсу. Также для данного чат-бота можно добавить функционал, интегрированный с системой управления проектами, что позволит чат-боту давать более актуальные относительно задач сотрудника ответы на вопросы. Внедряя технологию с динамически-генерируемыми ответами на вопросы по курсам, предполагается сокращение затрачиваемого на обучение времени благодаря точным ответам на вопрос по теме курса. [20]

Такое нововведение позволит сократить время, затрачиваемого сотрудниками на обучение, и позволит им быстрее вернуться к выполнению рабочих задач, используя приобретенные из курсов навыки.

Первым этапом внедрения чат-бота является процесс интеграции материалов курсов с большой языковой моделью.

Первым шагом для выполнения данного этапа является подготовка самих материалов курсов к векторизации. [30] На рисунке 2 представлен данный процесс наглядно. Представленная BPMN диаграмма детально

описывает процесс подготовки материалов обучающих курсов для дальнейшего создания их векторных представлений (embeddings). Процесс начинается с события «Сформировать список актуальных курсов», обозначающего сбор перечня всех релевантных учебных материалов, которые необходимо обработать.

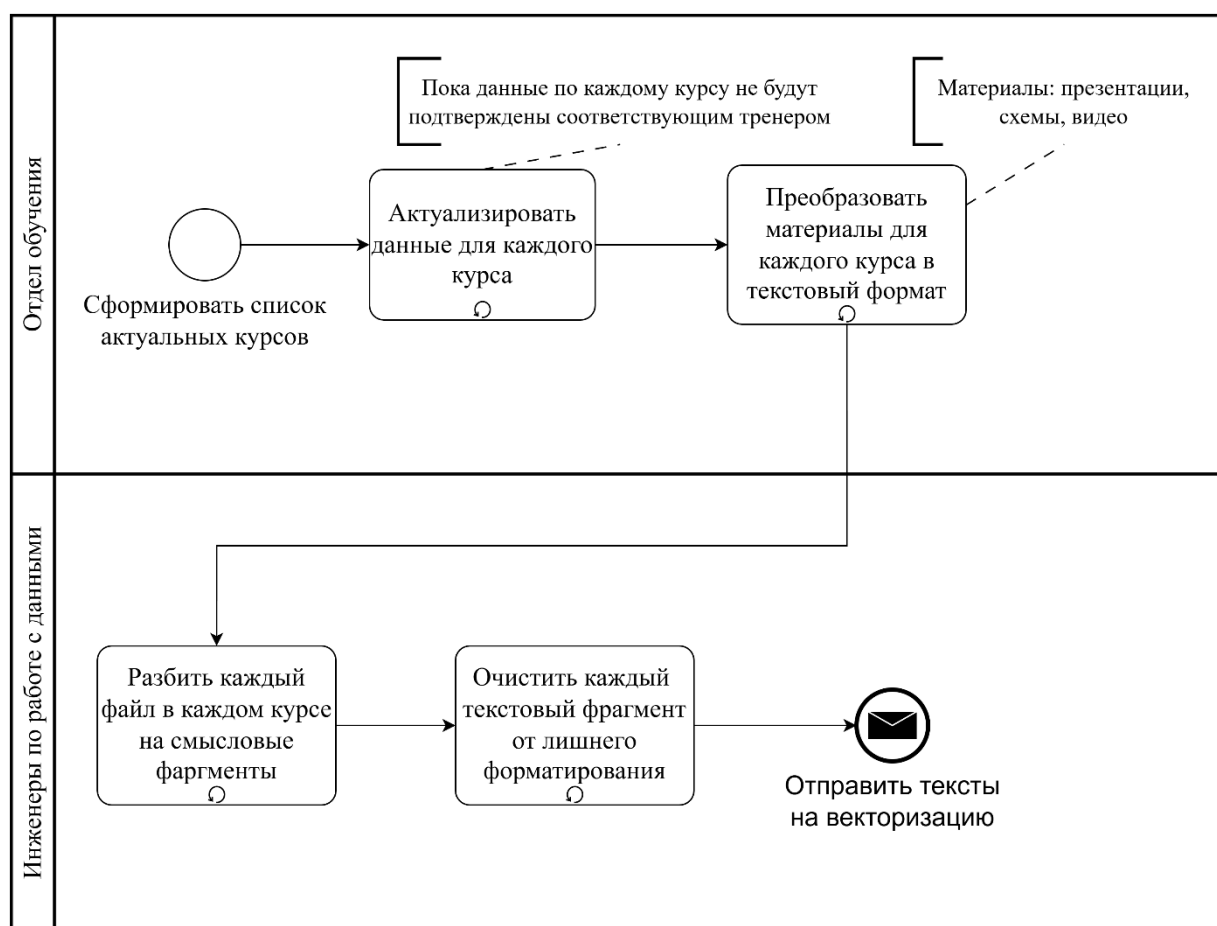


Рисунок 2 – Диаграмма подготовки материалов курсов к векторизации

Далее следует задача «Актуализировать данные для каждого курса», в рамках которой собираются и обновляются все текстовые материалы (лекции, конспекты, тесты и т.д.) для каждого курса из сформированного списка. Эта задача имеет аннотацию «Пока данные по каждому курсу не будут подтверждены соответствующим тренером», указывающую на необходимость валидации актуальности и полноты материалов экспертами по каждой теме.

После актуализации данных происходит преобразование всех сопроводительных материалов курса в текстовый формат. Данный этап необходим для сохранения наиболее полной информации по каждому курсу, что позволит в последствии большой языковой модели давать актуальные и точные ответы.

Следующим этапом является разбиение текстов каждого курса на смысловые фрагменты определенной длины (чанки) с помощью специального скрипта на Python. Это необходимо для более эффективной обработки текстов моделью и улучшения качества создаваемых векторных представлений. Размер и принцип разбиения фрагментов определяются разработчиками согласно best practices для выбранной архитектуры БЯМ.

На следующем шаге производится очистка полученных фрагментов от лишнего форматирования, скрытых символов, опечаток и прочих артефактов, которые могут негативно повлиять на работу модели. Для этого используется другой Python-скрипт, применяющий методы регулярных выражений, нормализации и стандартизации текста.

Завершается процесс событием «Отправить тексты на векторизацию», которое передает подготовленные и очищенные текстовые данные в следующий процесс создания векторных представлений (embeddings).

Суммируя, диаграмма пошагово раскрывает все ключевые операции, необходимые для преобразования исходных материалов курсов в формат, оптимизированный для дальнейшей векторизации БЯМ. Процесс балансирует автоматизированную обработку данных (разбиение и очистка текстов) и ручную экспертную валидацию (подтверждение тренерами), что обеспечивает высокое качество результата.

Далее на рисунке 3 рассмотрен процесс создания векторных представлений и их загрузки в векторную базу данных. Процесс создания векторных представлений (embeddings) учебных материалов и их загрузки в специализированную базу данных (БД) выполняется совместными усилиями команд ML-инженеров, инженеров данных и DevOps. Он начинается с

получения подготовленных на предыдущем этапе текстовых фрагментов (чанков) курсов и развертывания инфраструктуры выбранной векторной БД, такой как Faiss или Milvus.

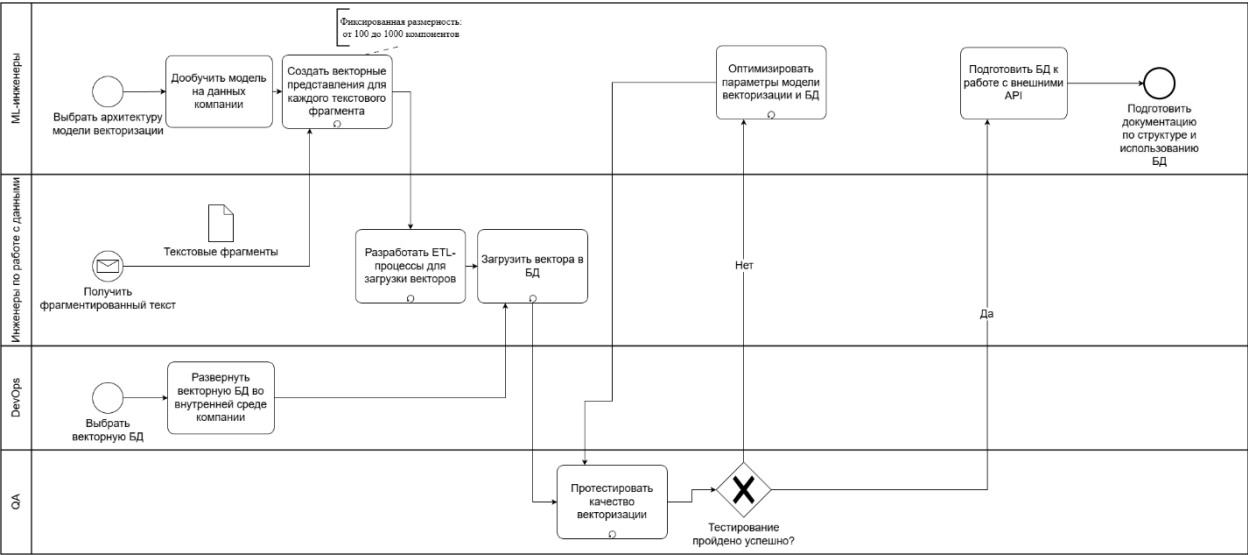


Рисунок 3 – Диаграмма формирования векторного представления текстовых фрагментов

Первым шагом ML-инженеры производят выбор архитектуры модели векторизации (например, BERT или GPT) и её обучение или дообучение на специфичных данных компании, чтобы модель лучше учитывала особенности внутренних курсов. Затем обученная модель используется для создания векторных представлений фиксированной размерности (обычно от 100 до 1000 компонент) для каждого текстового фрагмента. Векторы сохраняются вместе с исходными текстами и дополнительными метаданными (курс, модуль, категория и т.д.).

Следующий шаг - загрузка полученных векторов и метаданных в развернутую БД. Инженеры данных разрабатывают ETL-процессы для эффективной пакетной загрузки большого объема векторов, обеспечивая целостность и полноту данных. После загрузки векторов в векторную базу данных инженерами данных производится серия тестов качества векторизации (проверка схожести близких по смыслу фрагментов) и

производительности поиска по БД (скорость и точность выдачи по типовым запросам). На основе результатов тестирования ML-инженеры совместно с DevOps оптимизируют параметры модели и БД для достижения желаемого баланса качества и скорости работы.

Получившаяся векторная БД проходит финальную проверку на целостность и полноту данных, после чего интегрируется с другими компонентами системы, такими как поисковый движок и внешнее API для доступа к векторным представлениям курсов. Также разрабатываются процедуры обновления и пересоздания векторов при изменении исходных учебных материалов, чтобы поддерживать актуальность БД.

Завершается процесс подготовкой подробной документации по структуре и использованию созданной БД, включая руководства для разработчиков и конечных пользователей, что позволяет эффективно применять векторные представления курсов в дальнейших задачах, таких как семантический поиск, кластеризация и генерация учебного контента.

Далее начинается процесс работы большой языковой модели со сформированной векторной базой данных.

После создания векторных представлений учебных материалов следующим важным этапом является организация процесса их эффективного использования. Для этого в системе применяется технология Retrieval Augmented Generation (RAG), которая позволяет существенно расширить возможности больших языковых моделей за счет динамического доступа к актуальной информации из корпоративных учебных материалов.

В основе RAG лежит принцип дополнения базовых знаний языковой модели контекстно-релевантной информацией из внешних источников. Это особенно важно в корпоративном обучении, где содержание курсов и учебных материалов регулярно обновляется, а ответы чат-бота должны всегда соответствовать актуальным корпоративным стандартам и практикам.

Архитектура системы RAG включает несколько взаимосвязанных компонентов. Центральным элементом является векторная база данных,

которая хранит как векторные представления текстов, так и сами текстовые фрагменты учебных материалов. Модуль векторизации обеспечивает преобразование текстовых данных в векторный формат, что необходимо как для индексации новых материалов, так и для обработки пользовательских запросов. Система поиска отвечает за выявление релевантной информации на основе семантической близости векторов, а большая языковая модель генерирует финальные ответы с учетом найденного контекста.

На рисунке 4 представлен процесс обработки запроса пользователя и генерации ответа.

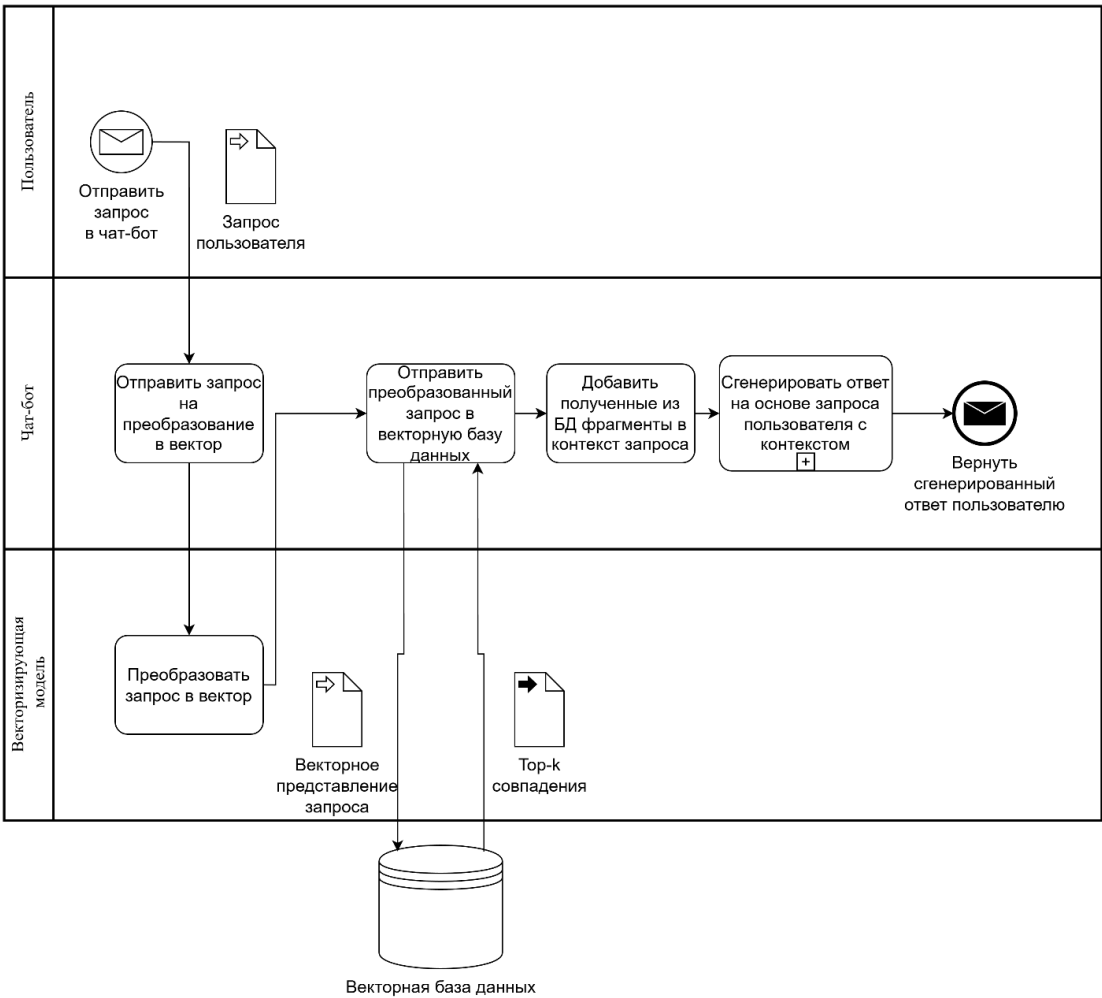


Рисунок 4 – Диаграмма работы технологии RAG

Когда пользователь отправляет свой вопрос в чат-бот, запрос сначала преобразуется в векторное представление с помощью специальной векторизирующей модели. Затем система выполняет поиск релевантных фрагментов в векторной базе данных путем сопоставления векторов запроса и хранимых документов. На основе этого сопоставления извлекаются Топ-к наиболее подходящих совпадений, которые затем добавляются в контекст исходного запроса. Наконец, обогащенный контекстом запрос передается большой языковой модели, которая генерирует финальный ответ, учитывая как сам вопрос, так и найденную релевантную информацию. Такой подход обеспечивает точность и актуальность ответов, их соответствие корпоративным стандартам и специфике конкретных учебных курсов.

Для поддержания высокого качества работы системы необходимо обеспечить регулярное обновление данных. Этот процесс начинается с внесения изменений в корпоративную базу знаний, где хранятся оригинальные учебные материалы. После этого обновленные материалы проходят векторизацию, и полученные вектора вместе с соответствующими текстовыми фрагментами загружаются в векторную базу данных. Такой процесс может быть организован как в режиме реального времени, так и через периодические пакетные загрузки, в зависимости от специфики организации и частоты обновления учебных материалов. Регулярный мониторинг качества ответов и обратная связь от пользователей позволяют своевременно выявлять необходимость обновления или корректировки материалов.

Далее рассмотрим процесс обучения сотрудника с внедренным чат-ботом на диаграмме.

На рисунке 5 представлена расширенная схема взаимодействия пользователя с системой дистанционного обучения через интерфейс чат-бота, включающая технические аспекты работы с базами данных. Процесс начинается с успешной авторизации сотрудника в LMS, после чего он получает доступ к странице чат-бота. Пользователь может выбрать курс из учебного плана, перейти на страницу выбранного курса и активировать его.

Интеллектуальный ассистент загружает из базы данных список активных курсов и отображает их пользователю.

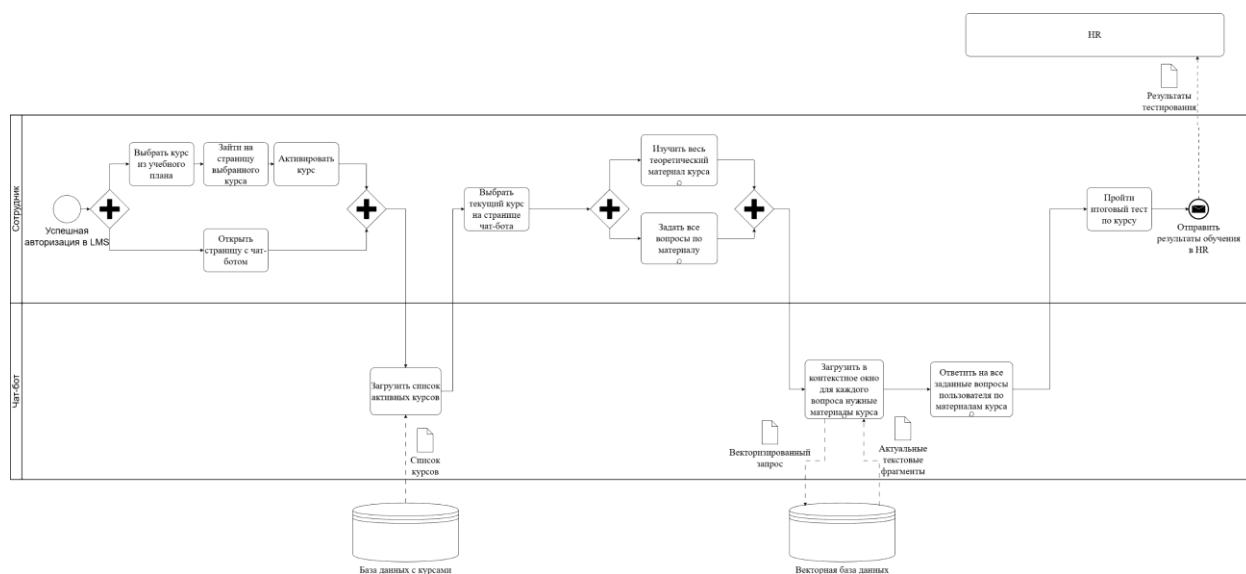


Рисунок 5 – Диаграмма «Как должно быть» для процесса консультации сотрудника по обучающему курсу

В процессе освоения программы сотрудник изучает теоретический материал и может задавать вопросы по возникающим темам. Здесь включается механизм работы с векторной базой данных: чат-бот преобразует вопросы пользователя в векторизованные запросы, которые направляются в специализированную векторную базу данных. Система извлекает актуальные текстовые фрагменты, релевантные заданному вопросу, и загружает их в контекстное окно для формирования точного ответа. Благодаря этому механизму чат-бот обеспечивает консультационную поддержку, предоставляя контекстно-зависимые ответы на основе материалов курса.

Завершающим этапом обучения является итоговый тест для оценки полученных знаний. После его прохождения результаты автоматически отправляются в HR-отдел для анализа эффективности обучения и дальнейшего планирования развития персонала. Такая интеграция с векторной базой данных существенно повышает качество поддержки обучающихся и точность предоставляемой информации.

На рисунке 6 изображена диаграмма потока ценностей потребителя.

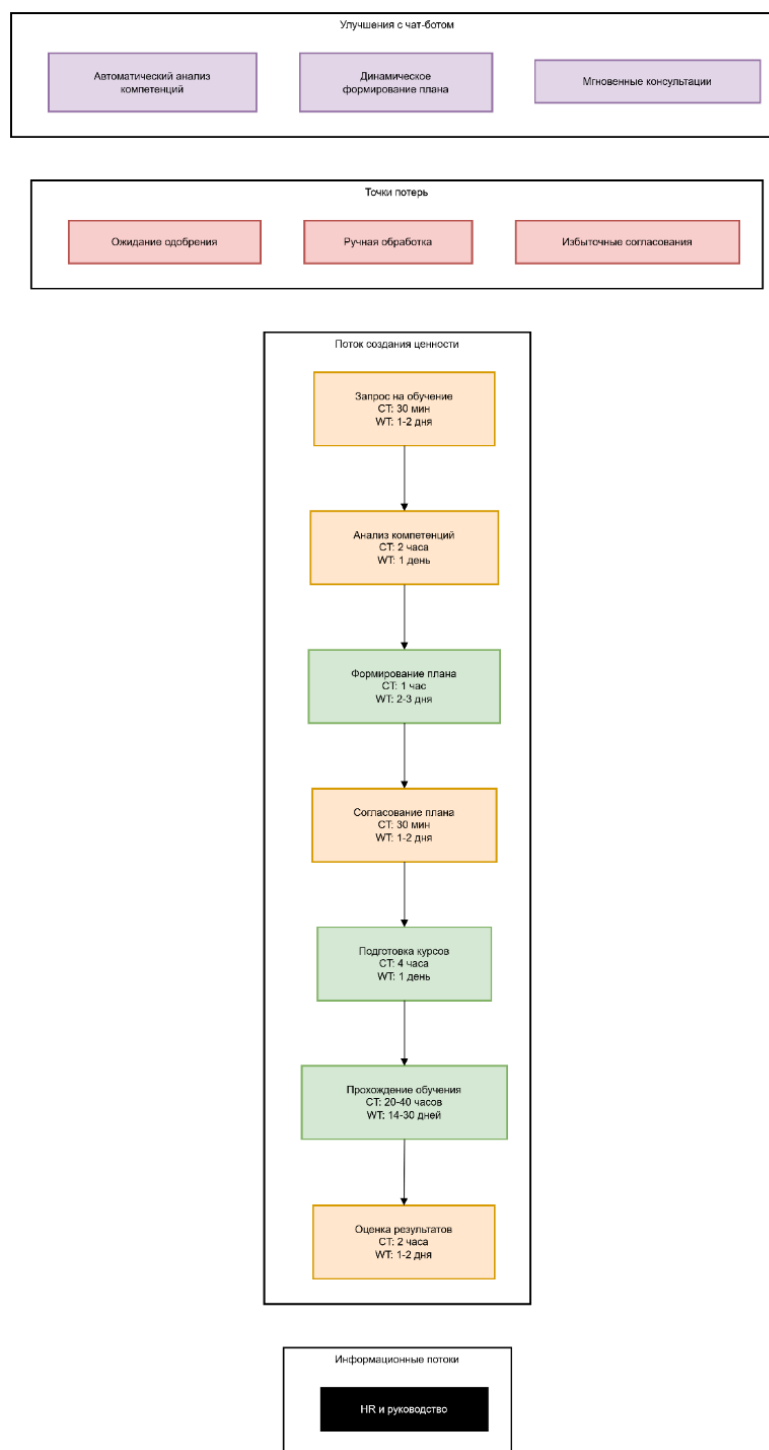


Рисунок 6 – Диаграмма потока ценностей

В соответствии с принципами бережливого производства была разработана карта потока создания ценности (Value Stream Mapping) для

процесса корпоративного обучения сотрудников. Диаграмма отображает последовательность этапов от поступления запроса на обучение до оценки результатов, включая временные метрики для каждого этапа: время цикла (СТ) и время ожидания (WT).

На карте выделены три ключевые зоны оптимизации, где внедрение чат-бота способно значительно повысить эффективность процесса. К ним относятся этапы анализа компетенций (сокращение времени с 2 часов до 10-15 минут), формирования учебного плана (сокращение с 1 часа до 5-10 минут) и непосредственно процесса обучения, где внедрение мгновенных консультаций может сократить общее время ожидания на 30-40%.

Визуализация потока позволила выявить основные точки потерь: длительные периоды ожидания одобрения, трудоемкость ручной обработки данных и избыточность согласований. Внедрение автоматизированной системы на базе чат-бота направлено на минимизацию этих потерь, что в совокупности может привести к сокращению общего времени цикла на 40-50% при одновременном повышении качества обучения за счет персонализированного подхода и оперативной поддержки обучающихся.

Цветовая кодировка:

- оранжевый (#ffe6cc) - операции с высоким потенциалом оптимизации;
- зеленый (#d5e8d4) - операции, оптимизируемые внедрением чат-бота
- фиолетовый (#e1d5e7) - предлагаемые улучшения;
- красный (#f8cccc) - выявленные точки потерь.

На диаграмме, изображенной на рисунке 7 отображены различные аспекты использования корпоративной системы обучения с помощью чат-ботов.

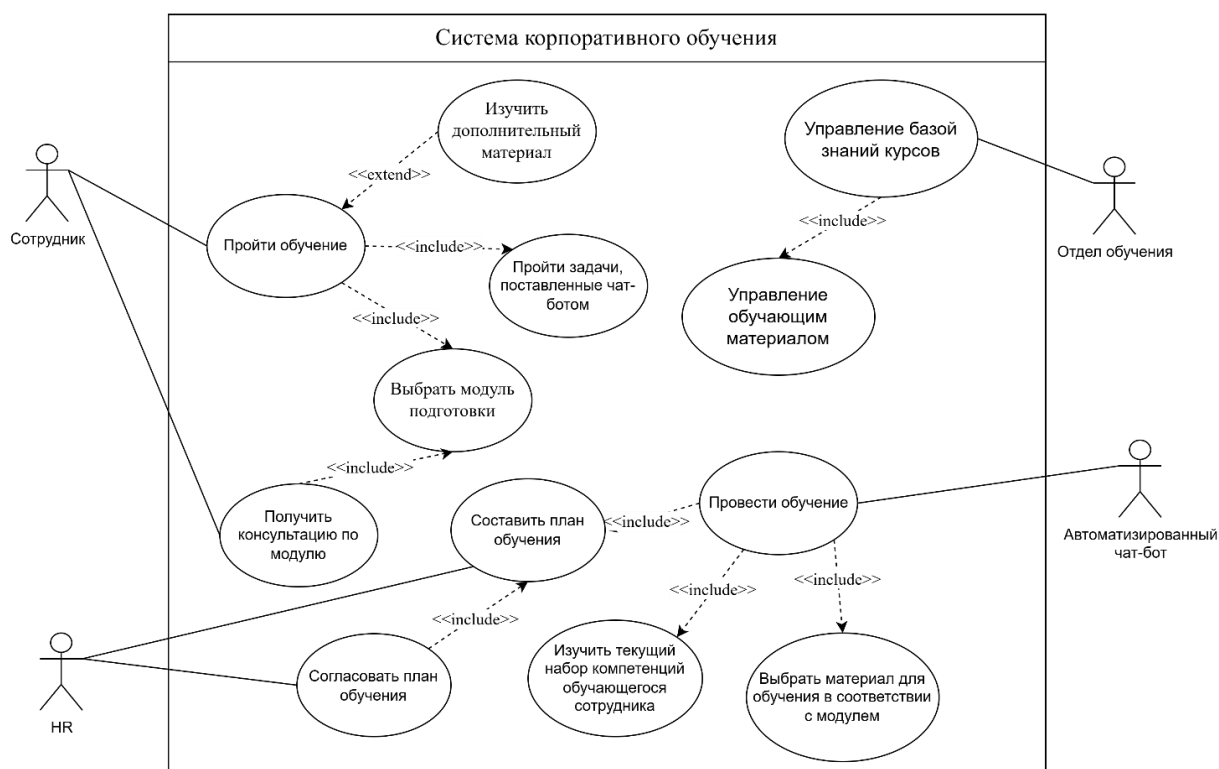


Рисунок 7 – Диаграмма вариантов использования

Рассмотрим акторов системы:

- сотрудник – основной пользователь системы, который проходит обучение, изучает материалы и взаимодействует с образовательным контентом;
- отдел обучения – группа специалистов, ответственных за управление базой курсов и обучающими материалами, поддержание их актуальности;
- hr – отдел, отвечающий за согласование планов обучения сотрудников;
- автоматизированный чат-бот – интеллектуальный агент, обеспечивающий автоматизацию процессов обучения и консультирования.

Центральным элементом системы является процесс «Пройти обучение», в рамках которого сотрудник осваивает учебный материал. Этот процесс

может быть расширен возможностью изучения дополнительного материала, а также обязательно включает в себя выполнение задач, поставленных чат-ботом, и выбор модуля подготовки.

Во время обучения сотрудник имеет возможность изучить дополнительный материал, что позволяет получить более глубокое понимание темы. Практическое закрепление материала происходит через выполнение задач, которые формирует и контролирует чат-бот. Выбор модуля подготовки осуществляется в соответствии с потребностями сотрудника и спецификой его работы.

Управление базой знаний курсов является ключевым процессом для поддержания качества обучения. Этот процесс включает в себя управление обучающим материалом, что подразумевает регулярное обновление и поддержание актуальности учебных ресурсов. В процессе обучения сотрудники могут получать консультации по модулям, что обеспечивает более глубокое понимание материала и решение возникающих вопросов.

Важнейшим элементом системы является составление плана обучения, который формирует структурированную программу обучения для каждого сотрудника. Этот процесс включает в себя несколько взаимосвязанных действий: проведение обучения, изучение текущего набора компетенций обучающегося сотрудника и выбор материала для обучения в соответствии с модулем.

План обучения обязательно проходит этап согласования с HR-отделом, после чего начинается непосредственно процесс проведения обучения. Выбор материала для обучения осуществляется с учетом выбранного модуля и текущего уровня компетенций сотрудника, что обеспечивает персонализированный подход к обучению.

Все процессы в системе тесно взаимосвязаны и образуют единую экосистему корпоративного обучения. Отдел обучения контролирует процессы, связанные с управлением базой знаний и материалами. Сотрудник активно взаимодействует с системой через процессы обучения, получения

консультаций и выбора модулей. Автоматизированный чат-бот участвует в процессах проведения обучения и анализа компетенций, а HR-отдел обеспечивает согласование планов обучения.

В системе используются два типа отношений между процессами: отношения включения (include) применяются для обозначения обязательных подпроцессов, которые выполняются в рамках основного варианта использования, а отношения расширения (extend) показывают дополнительную функциональность, которая может быть задействована при определенных условиях.

Рассмотрим план оптимизации процесса обучения в компании. Таблица 6 описывает начальную фазу проекта, направленную на анализ текущей ситуации и подготовку к внедрению изменений.

Таблица 6 – Подготовительный этап

Мероприятие	Длительность	Ответственные	Результаты	KPI
Аудит текущих бизнес-процессов обучения	2 недели	Руководитель HR-отдела, Бизнес-аналитик	Документация текущих процессов, выявленные узкие места	Полнота документации процессов (100%). Количество выявленных точек оптимизации (≥ 5)
Анализ метрик эффективности существующей системы	2 недели	HR-аналитик	Базовые метрики для сравнения	Время формирования плана обучения (текущее). Средняя длительность прохождения курса. Затраты на обучение одного сотрудника
Разработка целевой модели процессов	2 недели	Руководитель проекта, Бизнес-аналитик	Модель ТО-ВЕ процессов	Ожидаемое сокращение времени на операции (%)
Формирование технических требований	2 недели	IT-архитектор, HR-директор	Техническое задание	Полнота требований (100%). Согласование со всеми stakeholders

Ключевые активности включают аудит существующих процессов, анализ метрик и формирование технических требований. Особое внимание уделяется документированию текущих процессов и выявлению узких мест, что создаст фундамент для дальнейшей оптимизации.

В таблице 7 описаны основные этапы для разработки чат-бота системы корпоративного обучения. Эта таблица детализирует основной этап технической реализации проекта. Охватывает процесс от разработки архитектуры решения до тестирования на пилотной группе. Ключевой фокус сделан на создании надежной базы знаний для чат-бота и его интеграции с существующей LMS системой, с четкими метриками успешности по точности ответов и удовлетворенности пользователей.

Таблица 7 – Разработка чат-бота

Мероприятие	Длительность	Ответственные	Результаты	KPI
Разработка архитектуры решения	3 недели	IT-архитектор	Утвержденная архитектура	Соответствие требованиям безопасности (100%). Масштабируемость системы
Разработка базы знаний для чат-бота	6 недель	Команда разработчиков, Специалисты по обучению	База знаний	Охват учебных материалов ($\geq 90\%$). Точность ответов чат-бота ($\geq 85\%$)
Интеграция с LMS	4 недели	Команда разработчиков	Интеграционные интерфейсы	Скорость обмена данными. Надежность интеграции (99.9%)
Тестирование на пилотной группе	4 недели	QA-инженеры, HR-специалисты	Протестированная система	Количество выявленных ошибок. Удовлетворенность пользователей ($\geq 80\%$)

Таблица 8 описывает заключительный этап внедрения, фокусируясь на полномасштабном развертывании системы и её оптимизации на основе обратной связи. Включает мероприятия по обучению пользователей и сбору

данных об эффективности системы, с акцентом на достижение высокого уровня удовлетворенности и стабильности работы.

Таблица 8 – Внедрение в рабочий процесс обучения компании

Мероприятие	Длительность	Ответственный	Результаты	KPI
Обучение пользователей	4 недели	Специалисты по обучению	Обученные сотрудники	Процент обученных сотрудников (100%). Уровень освоения системы ($\geq 90\%$)
Полномасштабное внедрение	6 недель	Руководитель проекта	Работающая система	Охват сотрудников (100%). Стабильность работы (99.9%)
Сбор и анализ обратной связи	4 недели	HR-аналитики	Отчет по эффективности	Удовлетворенность пользователей качеством ответов ($\geq 85\%$)
Финальная оптимизация	4 недели	Команда разработчиков	Оптимизированная система	Достижение целевых показателей. Устранение выявленных проблем

В таблице 9 представлены конкретные количественные метрики успешности проекта в трех ключевых категориях: временные, качественные и экономические показатели. Для каждого показателя указаны текущие и целевые значения, что позволяет четко отслеживать прогресс оптимизации процессов обучения.

Таблица 9 – Ключевые показатели новой системы обучения

Категория	Показатель	Текущее значение	Целевое значение
Временные	Время поиска ответа на вопросы	14 часов	1 час
	Длительность прохождения курса	100%	70%
Качественные	Удовлетворенность обучением	65%	85%
	Успешное завершение курсов	70%	90%
	Применение навыков в работе	50%	75%
Экономические	Затраты на обучение сотрудника	100%	60%
	Нагрузка на HR-специалистов	100%	40%
	Затраты на внешних тренеров	100%	50%

Таблица 10 содержит детальную информацию о требуемых для реализации проекта ресурсах, включая человеческие и технические. Представлена четкая структура команды проекта с указанием необходимого количества специалистов каждого профиля, а также основные технические требования для успешной реализации проекта.

Таблица 10 – Необходимые ресурсы для внедрения

Категория	Ресурс	Количество
Человеческие	Разработчики	3-4 человека
	HR-специалисты	2-3 человека
	Специалисты по обучению	2-3 человека
	Бизнес-аналитики	1-2 человека
Технические	Серверная инфраструктура	По расчету IT
	Лицензии на ПО	По необходимости
	Интеграционные интерфейсы	По количеству систем

Рассмотрим подробно рисунок 8. Структура модели начинается с внешних сущностей, включающих три ключевых элемента: организационные подразделения (отделы HR, IT и обучения), процессы корпоративного обучения и регламенты обучения. Эти элементы формируют базовый контекст для всей модели.

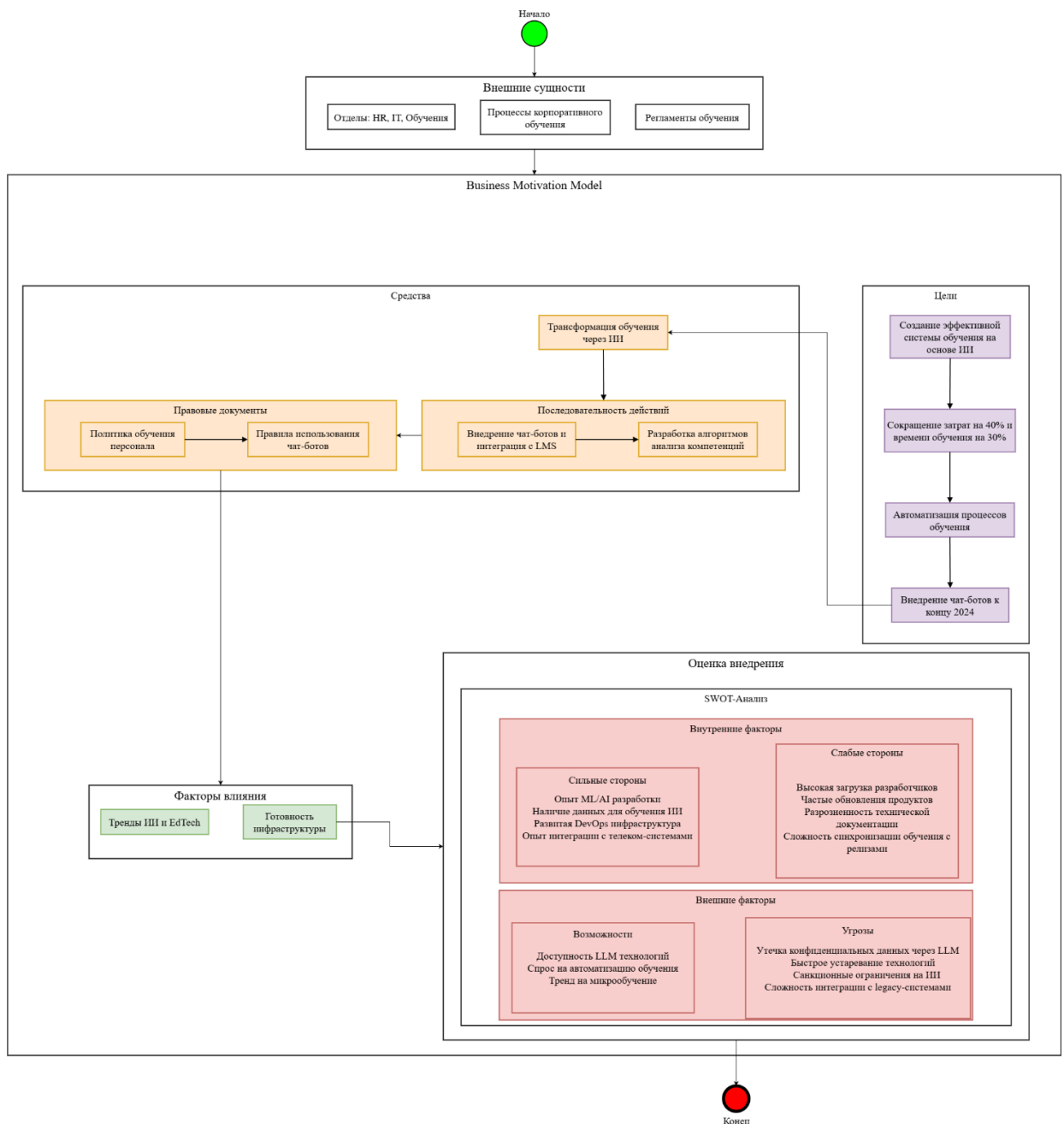


Рисунок 8 – Диаграмма мотивации бизнеса

В основной части BMM выделены четыре ключевых компонента. Цели (правая часть модели) представлены иерархической структурой: от создания эффективной системы обучения на основе ИИ через сокращение затрат и времени обучения (на 40% и 30% соответственно) к автоматизации процессов и конкретной задаче внедрения чат-ботов к концу 2024 года.

Средства (левая верхняя часть) включают три взаимосвязанных блока: трансформацию обучения через ИИ как общее направление, правовые документы (политика обучения персонала и правила использования чат-ботов) и последовательность действий (внедрение чат-ботов с интеграцией в LMS и разработка алгоритмов анализа компетенций).

Факторы влияния (левая средняя часть) разделены на внешние (тренды ИИ и EdTech) и внутренние (готовность инфраструктуры). Эти факторы напрямую связаны с оценкой внедрения, представленной SWOT-анализом.

SWOT-анализ (нижняя часть) структурирован по внутренним и внешним факторам. Внутренняя оценка включает сильные стороны (опыт ML/AI разработки, данные для обучения ИИ, DevOps инфраструктура, опыт с телеком-системами) и слабые стороны (загрузка разработчиков, частые обновления продуктов, разрозненность документации, сложность синхронизации). Внешняя оценка охватывает возможности (доступность LLM технологий, спрос на автоматизацию, тренд на микрообучение) и угрозы (риски утечки данных, устаревание технологий, санкции, сложности с legacy-системами).

На рисунке 9 изображена карта пути клиента. Диаграмма разделена на 5 ключевых этапов и включает описание действий, мыслей, эмоций, точек контакта и возможностей улучшения для каждого этапа.

Путь начинается с этапа «Осознание потребности», где сотрудник анализирует требования своего проекта и оценивает собственные компетенции. На этом этапе преобладает чувство беспокойства, связанное с осознанием недостатка знаний. Основными точками контакта являются система проектов, HR-портал и чат-бот для первичной консультации.

На втором этапе «Выбор курсов» происходит автоматическое формирование плана обучения чат-ботом на основе анализа компетенций и требований проекта. HR-специалист корректирует и дополняет план, после чего происходит согласование финальной версии. На этом этапе сотрудник

испытывает чувство неопределенности, размышляя о соответствии предложенного плана его потребностям.

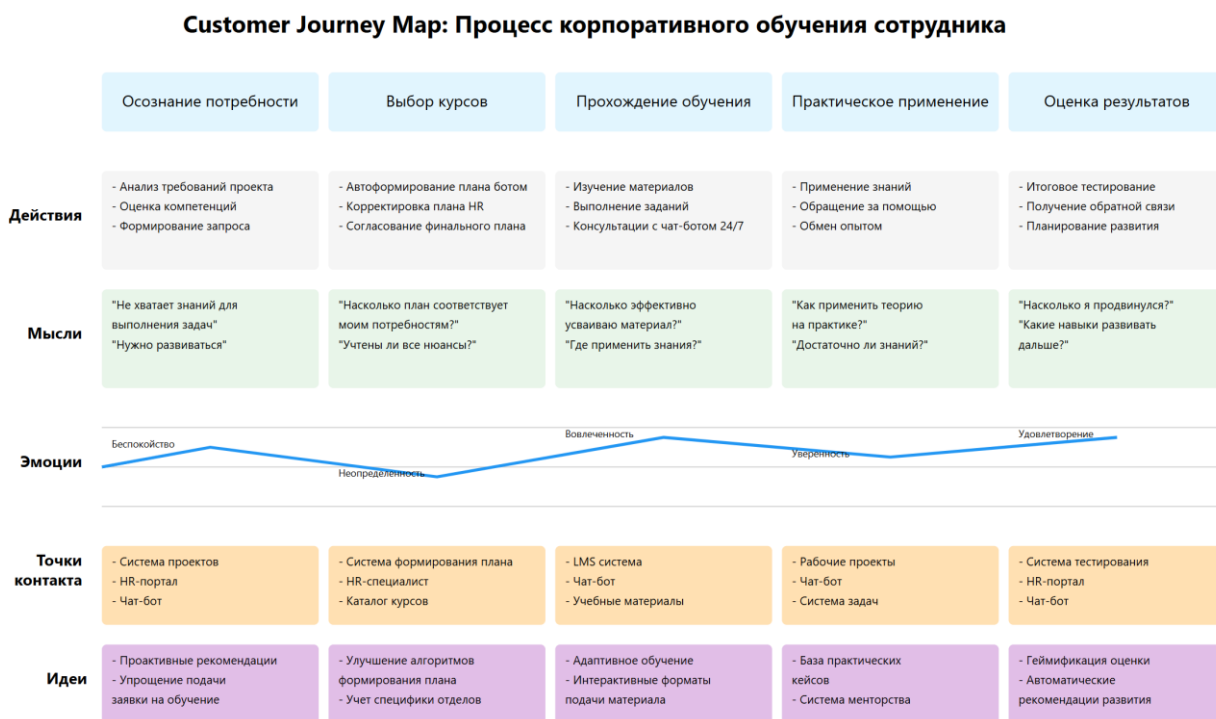


Рисунок 9 – Карта пути клиента

Третий этап «Прохождение обучения» характеризуется активным взаимодействием с учебными материалами и постоянной поддержкой чат-бота, доступного 24/7 для консультаций. Эмоциональное состояние меняется на более позитивное - появляется вовлеченность в процесс обучения. Ключевыми точками контакта становятся LMS система, чат-бот и учебные материалы.

На четвертом этапе «Практическое применение» сотрудник начинает применять полученные знания в работе, обращаться за помощью при необходимости и обмениваться опытом с коллегами. Растет уверенность в собственных силах, а основными точками контакта становятся рабочие проекты и система управления задачами.

Заключительный этап «Оценка результатов» включает итоговое тестирование, получение обратной связи и планирование дальнейшего

развития. Сотрудник испытывает удовлетворение от достигнутых результатов. Ключевыми точками контакта являются система тестирования, HR-портал и чат-бот для анализа результатов.

Представленные улучшения процесса обучения сотрудников в данной работе несут в себе, в первую очередь, практическую значимость для оптимизации затрат бизнеса, а также ценность для обеспечения комфортного улучшения квалификации сотрудников благодаря сокращенным временным затратам на консультации во время прохождения курсов.

3.4 Оценка эффективности внедренного решения

Заключительный параграф посвящен комплексной оценке разработанного решения. Рассматриваются временные показатели, показатели эффективности и удовлетворенности пользователей, а также экономические аспекты внедрения.

Были определены следующие ключевые критерии для оценки системы корпоративного обучения:

- а) временные показатели:
 - 1) время изучения теоретического материала,
 - 2) время выполнения практических заданий,
 - 3) время ожидания ответов на вопросы,
 - 4) время подготовки к тестированию;
- б) показатели эффективности:
 - 1) частота обращений за консультацией,
 - 2) успешность прохождения тестирования,
 - 3) своевременность завершения курсов,
 - 4) практическое применение знаний;
- в) показатели удовлетворенности:
 - 1) общая удовлетворенность системой,
 - 2) основные трудности при обучении;

На основе данных критериев была составлена анкета, изображенная на рисунках А1-А4, находящихся в приложении, для опроса сотрудников по текущему состоянию системы[14, 28]. В опросе приняли участие сотрудники из отделов разработки, тестирования и бизнес-анализа. Согласно результатам опроса были сделаны следующие выводы:

а) демографические данные:

- 1) большинство респондентов (45.5%) из отдела разработки,
- 2) в среднем сотрудники проходят 2 курса за последний год (50% респондентов);

б) временные показатели:

- 1) на изучение теории у 40.9% уходит 4-6 часов,
- 2) практические задания занимают 8-24 часов у 45.5% опрошенных,
- 3) время ожидания ответов: 30.4% ждут 4-24 часа,
- 4) на подготовку к тестированию 40.9% тратят 1-2 часа;

в) эффективность:

- 1) 72.7% обращаются за консультацией 1-2 раза за курс,
- 2) 68.2% иногда успешно проходят тестирование с первой попытки,
- 3) 50% иногда успевают завершить курс в срок,
- 4) 68.2% применяют знания несколько раз в месяц;

г) проблемные области:

- 1) 77.3% отмечают долгое ожидание ответов,
- 2) 63.6% считают материал сложным,
- 3) 77.3% указывают на нехватку времени;

Общий уровень удовлетворенности системой средний - большинство оценок находится в диапазоне 5-7 баллов из 10.

Данные результаты указывают на необходимость оптимизации временных затрат и улучшения системы поддержки обучающихся, что подтверждает актуальность внедрения чат-бота для повышения эффективности корпоративного обучения.

С учетом тех же критериев после внедрения MVP в корпоративную систему обучения был проведен повторный опрос тех же сотрудников, которым было предложено пройти один или несколько курсов со средней длительностью 30 часов. По вопросам, возникающим во время курса, сотрудникам предлагалось обратиться за консультацией к чат-боту.

После завершения курсов сотрудникам было предложено пройти повторный опрос, изображенный в приложении на рисунках А5-А8 и направленный на сбор обратной связи относительно эффективности работы чат-бота. Ниже представлена сводка по результатам анкетирования.

Анализ временных показателей демонстрирует значительное улучшение эффективности обучения после внедрения чат-бота. Наиболее существенные изменения наблюдаются в скорости получения ответов на вопросы: 72.7% сотрудников теперь получают ответы в течение часа, в то время как ранее среднее время ожидания составляло 4-24 часа. Также заметно сократилось время выполнения практических заданий: если раньше 45.5% сотрудников тратили 8-24 часа, то теперь 68.2% справляются за 4-6 часов.

Внедрение чат-бота привело к качественным изменениям в процессе обучения. Увеличилась частота обращений за консультациями (36.4% стали обращаться более 4 раз за курс против прежних 1-2 раз), что говорит о большей доступности поддержки. Одновременно улучшились показатели успешности прохождения тестирования: доля сотрудников, часто сдающих тесты с первой попытки, выросла до 54.5%, а количество своевременно завершающих курсы увеличилось до 50.1%.

Наблюдается существенное повышение общей удовлетворенности системой обучения. Если раньше большинство оценок находилось в диапазоне 5-7 баллов из 10, то после внедрения чат-бота преобладают оценки 8-9 баллов. Это свидетельствует о том, что новая система лучше отвечает потребностям сотрудников.

В новой системе выявлены специфические трудности, связанные с работой чат-бота: 9.1% отмечают слишком общие ответы, 13.6% указывают на

потерю контекста диалога, 4.5% сталкиваются с техническими сложностями. Однако важно отметить, что 68.2% пользователей не испытывают никаких трудностей при работе с новой системой, что является высоким показателем успешности внедрения.

Внедрение чат-бота в систему корпоративного обучения показало значительные положительные результаты. Основные улучшения наблюдаются в скорости получения поддержки, эффективности выполнения практических заданий и общей удовлетворенности системой. Несмотря на появление новых технических проблем, их масштаб несущественен по сравнению с достигнутыми улучшениями и может быть уменьшен при дальнейшем усовершенствовании системы. Большинство сотрудников успешно адаптировались к новой системе, что подтверждается высоким процентом пользователей, не испытывающих трудностей при работе с чат-ботом. Полученные результаты подтверждают правильность выбранного направления модернизации системы корпоративного обучения и указывают на необходимость дальнейшего развития функционала чат-бота с учетом выявленных проблемных областей.

Для обоснования эффективности проектного решения рассчитаем NPV инвестиции. «NPV инвестиции – это самый настоящий критерий того, насколько богаче вы станете после осуществления данного капиталовложения» - такое определение приводится в книге Петрова К.Н. «Как разработать бизнес-план. 69 готовых бизнес-планов».[3]

Для вычисления NPV выявим несколько параметров для расчета. Для апробируемого проекта первым параметром является численность сотрудников отдела разработки, которая составляет 1000 человек. Средняя продолжительность курса составляет 33,5 часов. В отделе разработки средняя зарплата составляет 150 тысяч рублей, соответственно, средняя стоимость одного часа сотрудника составляет 892,86 рублей.

При внедрении чат-бота ожидаемое в среднем сокращение затрачиваемого времени на прохождение курса – 64%, так как среднее время

прохождения снизилось с 33,5 до 12 часов. В среднем по компании сотрудник проходит 2 курса в год. В таблице 11 представлены вышеописанные параметры.

Таблица 11 – Общие параметры для расчета NPV

Количество сотрудников	Средняя зарплата	Стоимость часа (руб.)	Экономия часов	Количество курсов на сотрудника	Ставка дисконтирования (%)
1000	150 000,00 Р	892,86	21,5	2	21

Далее рассмотрим первый параметр NPV – первоначальные инвестиции (IC). В таблице 12 указаны составные части IC. Для полноценной разработки проекта по внедрению чат-бота в систему обучения потребуются 3 разработчика со средней зарплатой, указанной в таблице 1 и 6 месяцев разработки, чья итоговая стоимость указана в соответствующей колонке в таблице 12. Для оборудования и ПО потребуется приобрести сервера и видеокарты, способные осуществлять вычисления, необходимые для большой языковой модели.

Таблица 12 – Составные части параметра IC

Разработка (руб.)	Оборудование и ПО (руб.)	Обучение персонала (руб.)	Формирование базы знаний (руб.)
2 700 000,00 Р	13 250 000,00 Р	180 000,00 Р	540 000,00 Р
PV (руб.)	16 670 000,00 Р		

Далее рассчитаем ежегодные затраты на проект (PMT). В таблице 13 представлены составные части данного параметра. Результаты получены по следующим расчетам:

- Техподдержка (2 специалиста с зарплатой 150000 руб): $2 * 150000 * 12 = 3\,600\,000,00$ руб/год.

- Обновление контента (10% от начальной стоимости базы знаний):
 $540\,000 * 0.1 = 54\,000,00 \text{ Р руб/год.}$
- Обслуживание инфраструктуры (5% от стоимости оборудования):
 $13\,250\,000 * 0.05 = 662\,500 \text{ руб/год}$

Таблица 13 – Составные части параметра РМТ

Техподдержка	Обновление контента	Обслуживание инфраструктуры
3 600 000,00 Р	54 000,00 Р	662 500,00 Р
РМТ	4 316 500,00 Р	

Далее рассмотрим расчет годовой экономии (FV), которая получается из двух составных: экономия на одного сотрудника и общего количества сотрудников. Для вычисления экономии на одного сотрудника (ЭкО) умножим стоимость одного часа сотрудника на сэкономленные часы и количество курсов: $\text{ЭкО} = 892,86 * 21,5 * 2 = 38\,392,86 \text{ Р}$

Далее предоставляется возможным произвести расчет общей годовой экономии. Для этого умножим ЭкО на количество сотрудников в отделе разработки: $\text{FV} = \text{ЭкО} * 1000 = 38\,392\,857,14 \text{ Р}$

Рассмотрим денежные потоки, распределенные по 3 годам. Данный расчет производится с помощью вычета РМТ из FV. Соответственно, в таблице 14 представлены рассчитанные денежные потоки на 3 года.

Таблица 14 – Распределенные денежные потоки по годам

1 год	2 год	3 год
34 076 357,14 Р	34 076 357,14 Р	34 076 357,14 Р

Далее рассмотрим расчет самого показателя NPV. Данный показатель рассчитывается по формуле (1), где сначала рассчитывается текущий

денежный поток (PV), из которого потом вычитаются первоначальные инвестиции.

$$NPV = \sum \frac{FV_t}{(1+r)^t} - IC \quad (1)$$

где

t – это период распределения денежных потоков,

r – процентная ставка.

Рассчитаем данный показатель с помощью функции Excel под названием ЧПС. Получившийся результат: $NPV = 54\,002\,104,31 \text{ Р}$

NPV в данном случае показывает, что компания заработает помимо уже вложенных инвестиций дополнительно 54 миллион рублей. Таким образом поскольку этот показатель больше нуля, то внедренное решение является прибыльным для компании.

Дополнительно рассчитаем IRR компании. Благодаря данному показателю появляется возможность провести аналогию с процентной ставкой на депозитном счете в банке. Соответственно, данный показатель покажет, выгоднее ли вложить деньги в данный проект или на депозитный счет в банке. Для расчета данного показателя нам нужно выяснить, при какой ставке дисконтирования показатель NPV будет равен 0.

Используя функцию Excel «Анализ «Что если»», учитывая все вышеописанные показатели и меняя только ставку дисконтирования, показатель IRR равен 197%.

Таким образом, вкладывая инвестиции равные PV в данный проект, компания может рассчитывать на ставку аналогичную 197% годовых на депозитном счету в банке.

В заключение можно сказать, что в результате проведения оценки экономической эффективности апробации проекта были выявлены положительные результаты с помощью показателей NPV и IRR.

Результаты оценки подтвердили эффективность разработанного решения, показав значительное улучшение ключевых показателей обучения и положительный экономический эффект. Это подтверждает правильность выбранного подхода и создает основу для дальнейшего развития системы.

В результате проведенной работы была создана и успешно апробирована система корпоративного обучения на основе чат-ботов. Выбранная архитектура Decoder-only и комплекс инструментов разработки позволили создать эффективное решение, отвечающее современным требованиям бизнеса. Анализ бизнес-процессов и последующая оценка эффективности подтвердили правильность выбранного подхода, показав значительное улучшение ключевых показателей обучения и положительный экономический эффект от внедрения. Экономический анализ также продемонстрировал значительную выгоду от внедрения: чистая приведенная стоимость (NPV) проекта составила более 54 миллионов рублей, а внутренняя норма доходности (IRR) – 197%, что свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности решения. Полученные результаты создают основу для дальнейшего развития и масштабирования системы.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило, что внедрение интеллектуальных чат-ботов в систему корпоративного обучения способно радикально трансформировать образовательный процесс, делая его более эффективным и адаптированным к современным реалиям бизнеса. Разработанное решение устраняет ключевые недостатки традиционных подходов к обучению, такие как несоответствие содержания тренингов актуальным задачам сотрудников, недостаточная вовлеченность обучающихся и отсутствие оперативных инструментов для оценки результатов. Это достижение стало возможным благодаря интеграции передовых технологий искусственного интеллекта, которые обеспечивают персонализированную поддержку и доступ к знаниям в режиме реального времени, что особенно важно в условиях динамично меняющихся корпоративных требований.

Одним из центральных выводов исследования является высокая эффективность применения технологии Retrieval-Augmented Generation (RAG) в построении чат-ботов для обучения сотрудников. Использование RAG позволило существенно повысить точность и релевантность ответов чат-бота за счет динамического доступа к корпоративной базе знаний. В отличие от традиционных языковых моделей, которые опираются исключительно на заранее обученные данные, RAG обогащает процесс генерации ответов актуальной информацией, извлеченной из структурированных учебных материалов. Это обеспечило не только мгновенное предоставление контекстно-зависимых ответов, но и адаптацию системы к индивидуальным потребностям сотрудников, что привело к сокращению времени обучения на 64% и увеличению успешности прохождения курсов до 90%. Такой подход доказал свою ценность как инструмент, способный органично интегрировать теоретические знания с практическими задачами, повышая общую результативность образовательного процесса.

Практическая реализация системы, основанная на современной decoder-only архитектуре и тщательно подобранном технологическом стеке, продемонстрировала выдающиеся результаты. Помимо уже упомянутого сокращения временных затрат и роста качества освоения материала, внедрение чат-бота привело к увеличению удовлетворенности пользователей до 85%. Это стало возможным благодаря сочетанию интуитивно понятного интерфейса, оперативной обратной связи и возможности круглосуточной поддержки, что особенно важно для сотрудников, работающих в разных часовых поясах или с плотным графиком. Не менее важным оказалась экономическая выгода проекта, которая дополнительно подтвердила его инвестиционную привлекательность: чистая приведенная стоимость (NPV) составила 54 миллиона рублей, а внутренняя норма доходности (IRR) достигла 197%. Эти показатели подчеркивают, что разработанное решение не только решает образовательные задачи, но и приносит значимую финансовую выгоду, становясь стратегическим активом для организаций.

Перспективы дальнейшего развития разработанной системы открывают новые горизонты для оптимизации корпоративного обучения. Возможность масштабирования решения на различные отрасли и размеры бизнеса делает его универсальным инструментом, способным адаптироваться к специфическим требованиям компаний. В будущем планируется расширение функционала чат-бота за счет интеграции с системами управления проектами, что позволит еще глубже связать обучение с текущими задачами сотрудников, а также увеличение объема базы знаний для охвата дополнительных учебных материалов. Таким образом, исследование не только доказало практическую значимость внедрения интеллектуальных чат-ботов, но и заложило фундамент для их эволюции в инструмент следующего поколения, способный отвечать вызовам будущего.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Аристова А. С. и др. Использование чат-ботов в образовательном процессе //Цифровая трансформация общества, экономики, менеджмента и образования (2019).–Том 2.–Екатеринбург, 2020. – 2020. – Т. 2. – №. 2. – С. 95-99. – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/82473/1/978-80-88327-04-2_017.pdf
2. Малекова В. А., Романова Е. В. Перспективы использования чат-ботов в HR-секторе //Сервис в России и за рубежом. – 2023. – Т. 17. – №. 1 (103). – С. 180-191. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-chat-botov-v-hr-sektore>
3. Петров, К.Н. Как разработать бизнес-план. 69 готовых бизнес-планов: монография / К. Н. Петров. – Вильямс, 2018. – 320 с. ISBN 978-5-6040044-1-8
4. Родионов А. С., Валиев Р. Р., Воробьев А. В. Чат-бот для обучения персонала в нефтегазовом производстве //Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2020. – Т. 16. – №. 2. – С. 86-91. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chat-bot-dlya-obucheniya-personala-v-neftegazovom-proizvodstve>
5. Скачков В.В. Современные проблемы обучения персонала в крупных организациях // Вестник магистратуры. 2016. №12-4 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-problemy-obucheniya-personala-v-kрупnyh-organizatsiyah> (дата обращения: 02.11.2023).
6. Строев В. В., Тихонов А. И. Анализ использования чат-бота как инструмента онлайн-обучения персонала //Московский экономический журнал. – 2022. – №. 6. – С. 624-635. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-ispolzovaniya-chat-bota-kak-instrumenta-onlayn-obucheniya-personala>
7. Brum S. What impact does training have on employee commitment and Employee turnover?. – 2007. – URL:

https://digitalcommons.uri.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1022&context=lrc_paper_series

8. Chunaev A., Shikov A. The method of personalized corporate e-learning based on personal traits of employees // *Procedia computer science*. – 2018. – T. 136. – C. 511-521 – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918315588>

9. Cocuľová J. The Analysis of the Selected Factors Influencing the Selection of Employee Training Methods // *Journal of Human Resources*. – 2017. – T. 5. – №. 2. – C. 7-14 – URL: https://jhrmls.thebrpi.org/journals/jhrmls/Vol_5_No_2_December_2017/2.pdf

10. Elnaga A., Imran A. The effect of training on employee performance // *European journal of Business and Management*. – 2013. – T. 5. – №. 4. – C. 137-147. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/234624593.pdf>

11. Feng S. Designing Chatbots for Workplace Learning // *Pacific Asia Conference on Information Systems*. – 2022. – C. 1. – URL: https://www.researchgate.net/publication/362013911_Designing_Chatbots_for_Workplace_Learning

12. Følstad A. Future directions for chatbot research: an interdisciplinary research agenda // *Computing*. – 2021. – T. 103. – №. 12. – C. 2915-2942. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00607-021-01016-7>

13. Fu T. Learning towards conversational AI: A survey // *AI Open*. – 2022. – T. 3. – C. 14-28. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666651022000079>

14. Grewal D. Leveraging in-store technology and AI: Increasing customer and employee efficiency and enhancing their experiences // *Journal of Retailing*. – 2023. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022435923000507>

15. Han X. Pre-trained models: Past, present and future // *AI Open*. – 2021. – T. 2. – C. 225-250. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666651021000231>

16. Huang L. The Role of Self-Improving Tutoring Systems in Fostering Pre-Service Teacher Self-Regulated Learning // *Frontiers in Artificial Intelligence*. – 2022. – T. 4. – C. 769455. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2021.769455/full>
17. Jehanzeb K., Bashir N. A. Training and development program and its benefits to employee and organization: A conceptual study // *European Journal of business and management*. – 2013. – T. 5. – №. 2. – URL: https://www.researchgate.net/profile/Nadeem-Bashir-3/publication/274703936_Training_and_Development_Program_and_Its_Benefits_to_Employee_and_Organization_An_Conceptual_Study/links/5c650d59299bf1d14cc4d35b/Training-and-Development-Program-and-Its-Benefits-to-Employee-and-Organization-An-Conceptual-Study.pdf
18. Jiang A. Q. Mixtral of experts //arXiv preprint arXiv:2401.04088. – 2024. – URL: <https://arxiv.org/abs/2401.04088>
19. Liu X. GPT understands, too // *AI Open*. – 2024. – T. 5. – C. 208-215. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666651023000141>
20. Modran H. LLM intelligent agent tutoring in higher education courses using a RAG approach // *Preprints 2024*. – 2024. – T. 2024070519.
21. Mukherjee S. Orca: Progressive learning from complex explanation traces of gpt-4 //arXiv preprint arXiv:2306.02707. – 2023. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2306.02707.pdf>
22. Nda M. M., Fard R. Y. The impact of employee training and development on employee productivity // *Global journal of commerce and management perspective*. – 2013. – T. 2. – №. 6. – C. 91-93. - URL: https://www.researchgate.net/profile/Assoc-Prof-Dr-Rashad-Yazdanifard/publication/260219097_the_impact_of_employee_training_and_development_on_employee_productivity/links/00b4953030e52c7e4a000000/the-impact-of-employee-training-and-development-on-employee-productivity.pdf
23. Okonkwo C. W., Ade-Ibijola A. Chatbots applications in education: A systematic review // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. – 2021. – T.

2. — C. 100033. — URL:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000278>
24. Ramesh D., Mohan N. IT Employees Training Methods and Job Performance - An Empirical Investigation // YMER Digital. – 2022 – URL:
<https://ymerdigital.com/uploads/YMER210281.pdf>
25. Rivaldo Y., Nabella S. D. Employee Performance: Education, Training, Experience and Work Discipline // Calitatea. – 2023. – T. 24. – №. 193. – C. 182-188. — URL: https://www.researchgate.net/profile/Yandra-Rivaldo/publication/369498939_Employee_Performance_Education_Training_Experience_and_Work_Discipline/links/641ddd3092cfd54f8428ace8/Employee-Performance-Education-Training-Experience-and-Work-Discipline.pdf?origin=journalDetail&_tp=eyJwYWdlIjoiam91cm5hbERldGFpbCJ9
26. Smutny P., Schreiberova P. Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger // Computers & Education. – 2020. — T. 151. — C. 103862. — URL:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131520300622>
27. Thwin N. P. Z., Soe Y. N., Bhaumik A. Impact Of Training and Development On Employee Performance: A Study Of Myanmar Internet Service Provider Industry // Proceedings on Engineering. – 2022. – T. 4. – №. 3. – C. 291-300. — URL: https://www.researchgate.net/profile/Phyuzar-Thwin/publication/362453255_impact_of_training_and_development_on_employee_performance_a_study_of_myanmar_internet_service_provider_industry/links/62ea9cb50b37cc344769b937/impact-of-training-and-development-on-employee-performance-a-study-of-myanmar-internet-service-provider-industry.pdf
28. Urbancová H. Effective training evaluation: The role of factors influencing the evaluation of effectiveness of employee training and development // Sustainability. – 2021. – T. 13. – №. 5. – C. 2721 – Текст: электронный – URL:
<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2721>

29. Vijayabanu C., Amudha R. A study on efficacy of employee training: Review of literature // Business: Theory and Practice. – 2012. – T. 13. – №. 3. – C. 275-282. – URL: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=70288>
30. Vladisauskas M. A Machine Learning Approach to Personalize Computerized Cognitive Training Interventions // Frontiers in Artificial Intelligence. – 2022. – T. 5. – C. 788605. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2022.788605/full>
31. Votto A. M. Artificial intelligence in tactical human resource management: A systematic literature review // International Journal of Information Management Data Insights. – 2021. – T. 1. – №. 2. – C. 100047. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667096821000409>

Приложение А

Результаты анкетирования

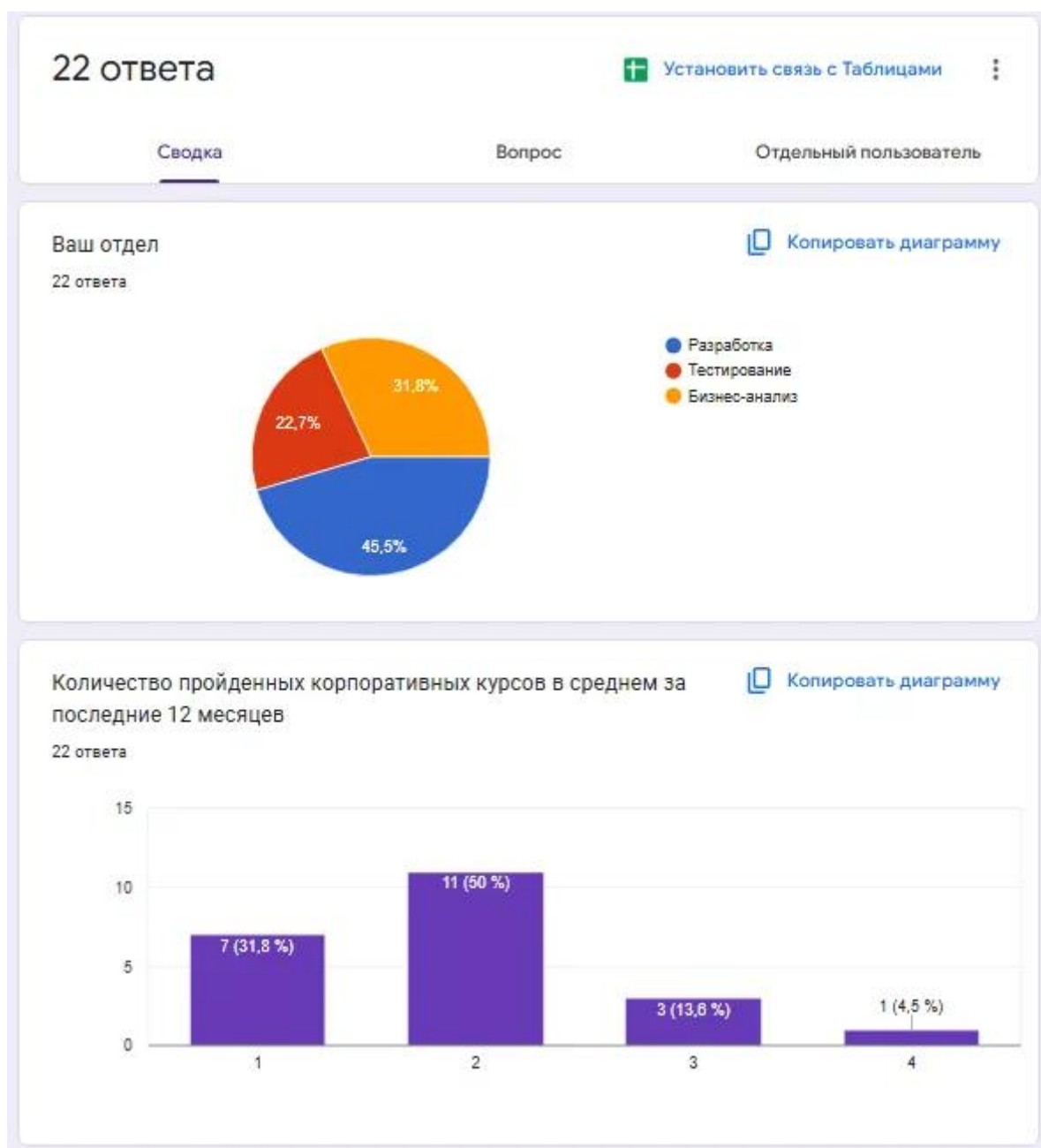


Рисунок А1 – Анкета оценки текущей системы КО. Часть 1

Продолжение Приложения А

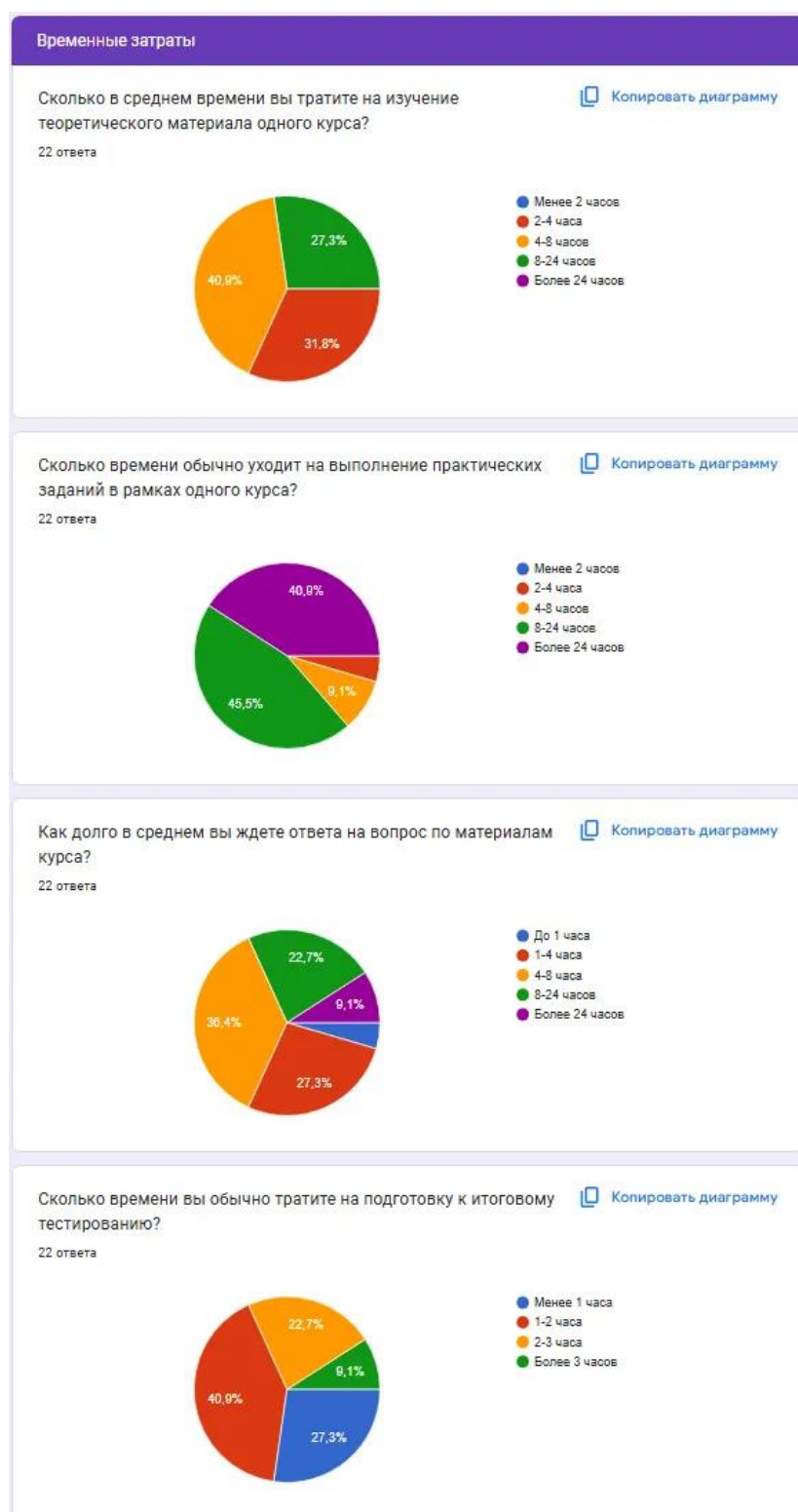


Рисунок А2 – Анкета оценки текущей системы КО. Часть 2

Продолжение Приложения А

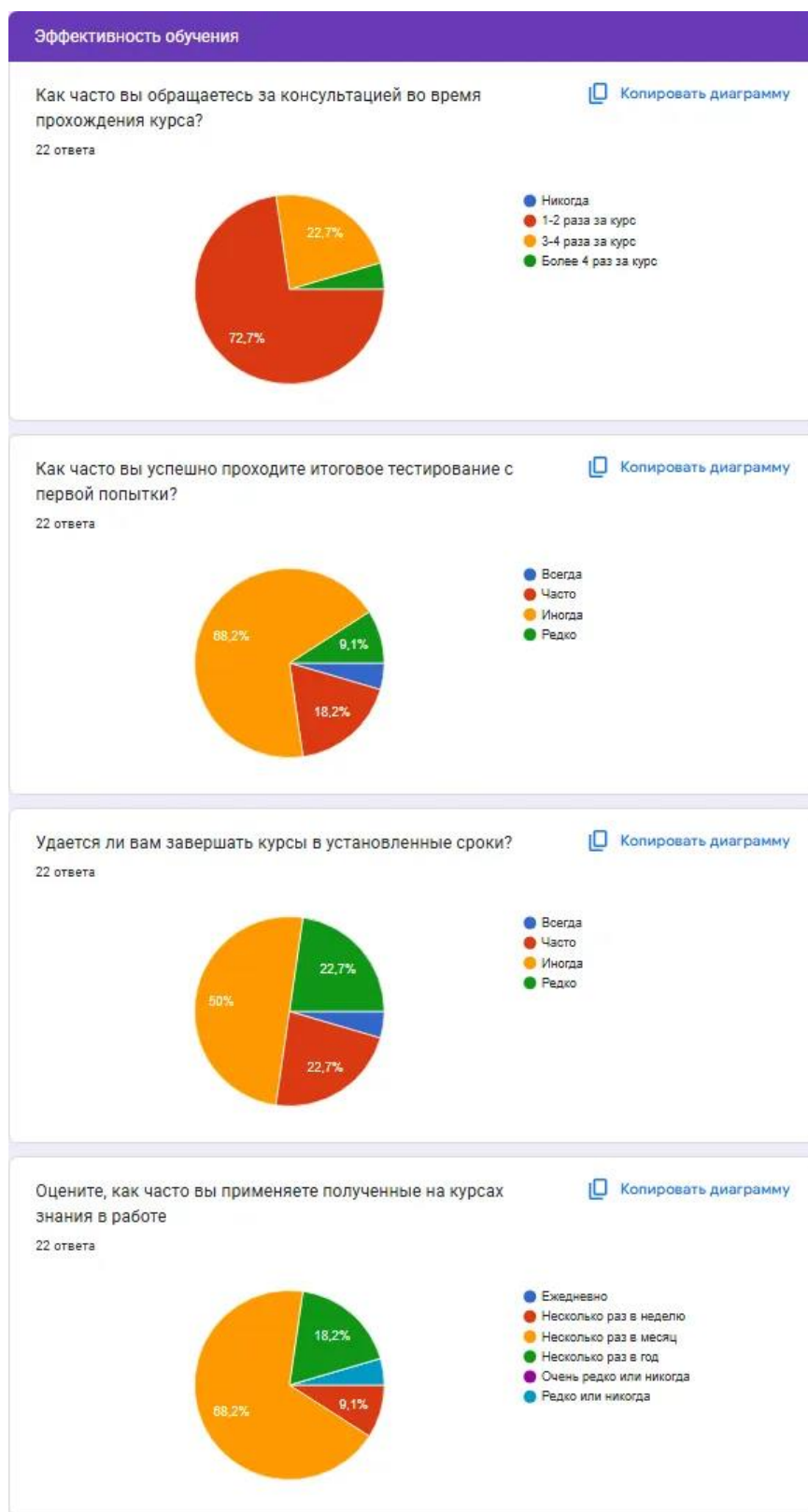


Рисунок А3 – Анкета оценки текущей системы КО. Часть 3

Продолжение Приложения А

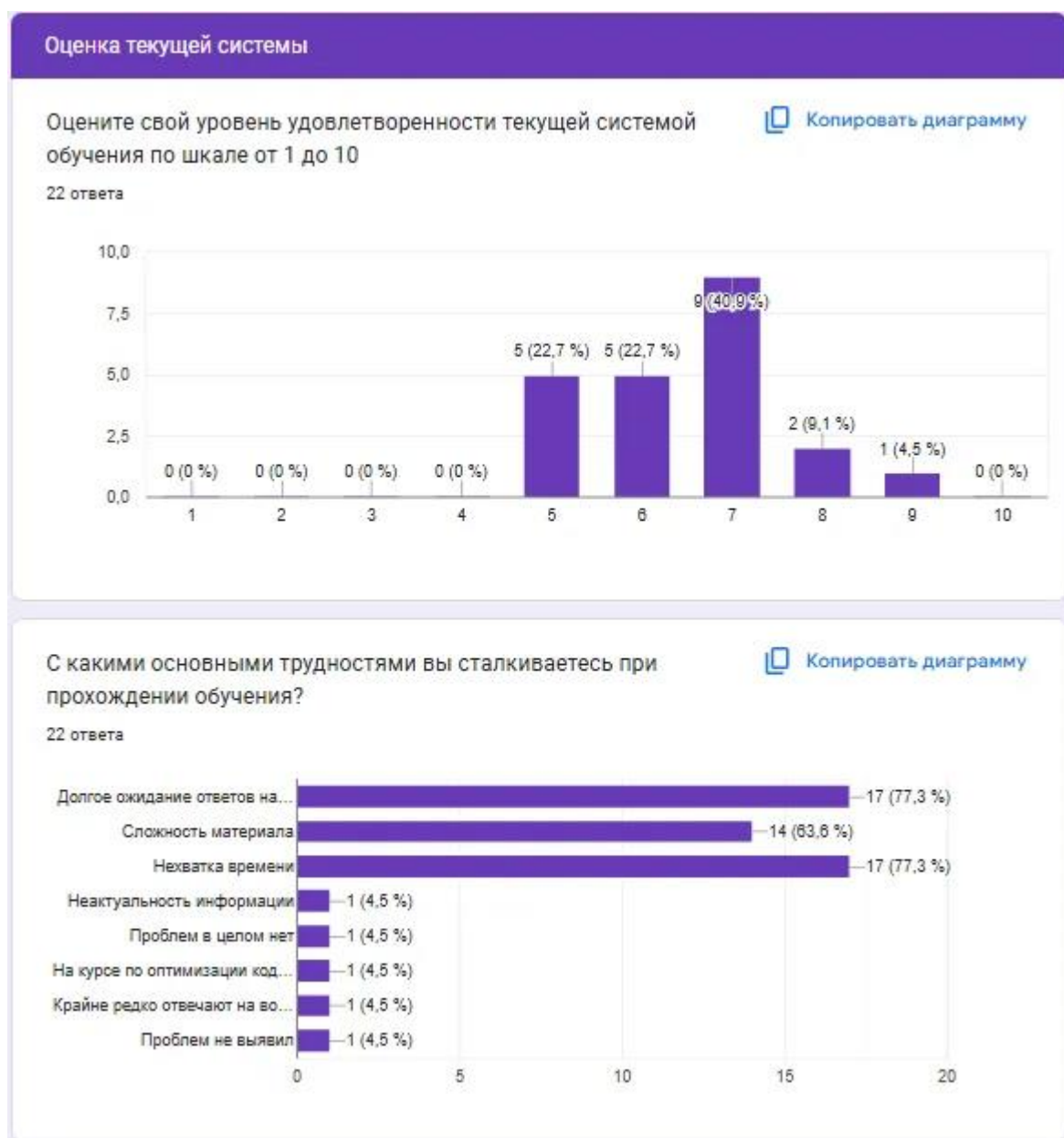


Рисунок А4 – Анкета оценки текущей системы КО. Часть 4

Продолжение Приложения А

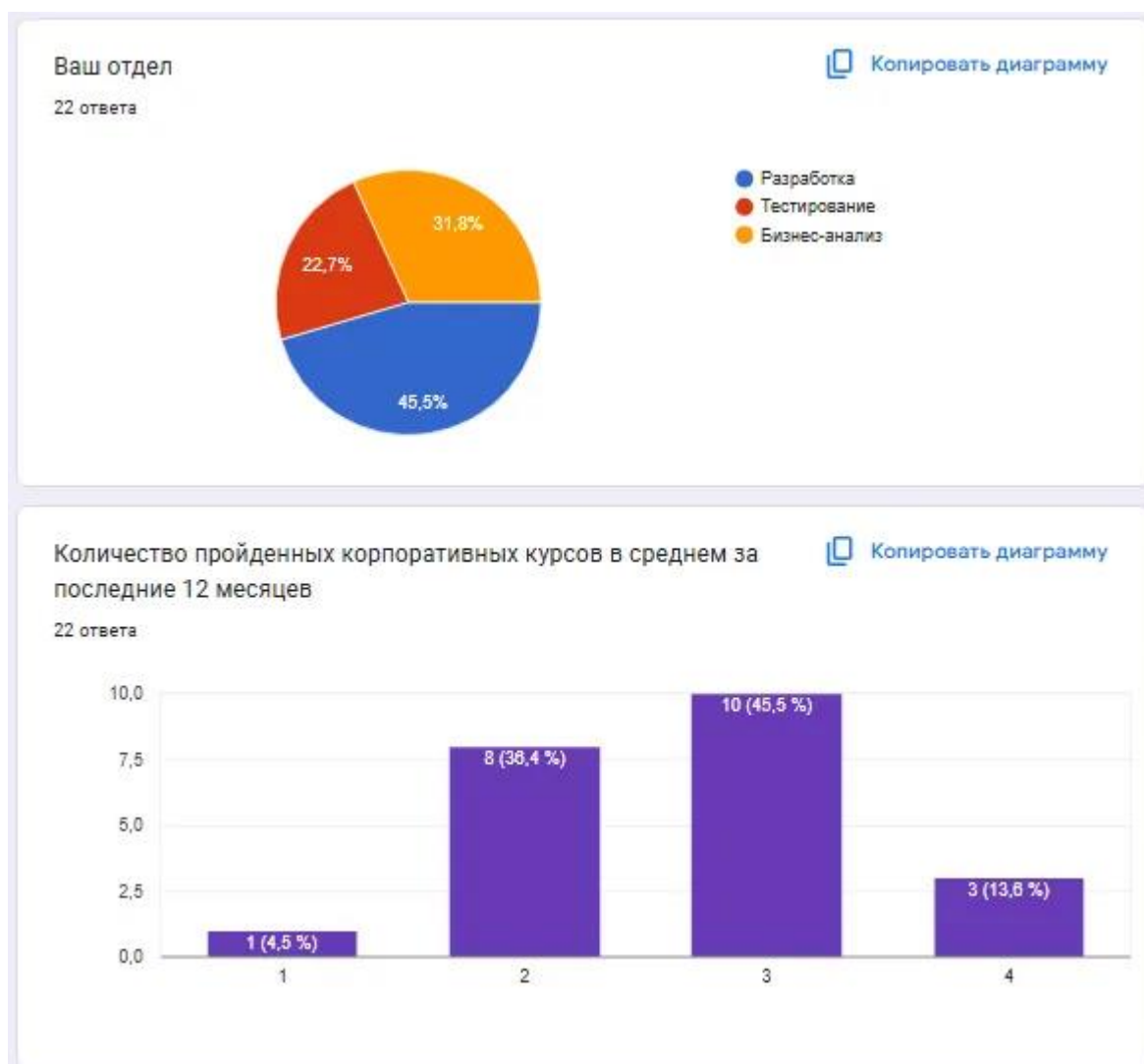


Рисунок А5 – Анкета оценки новой системы КО. Часть 1

Продолжение Приложения А

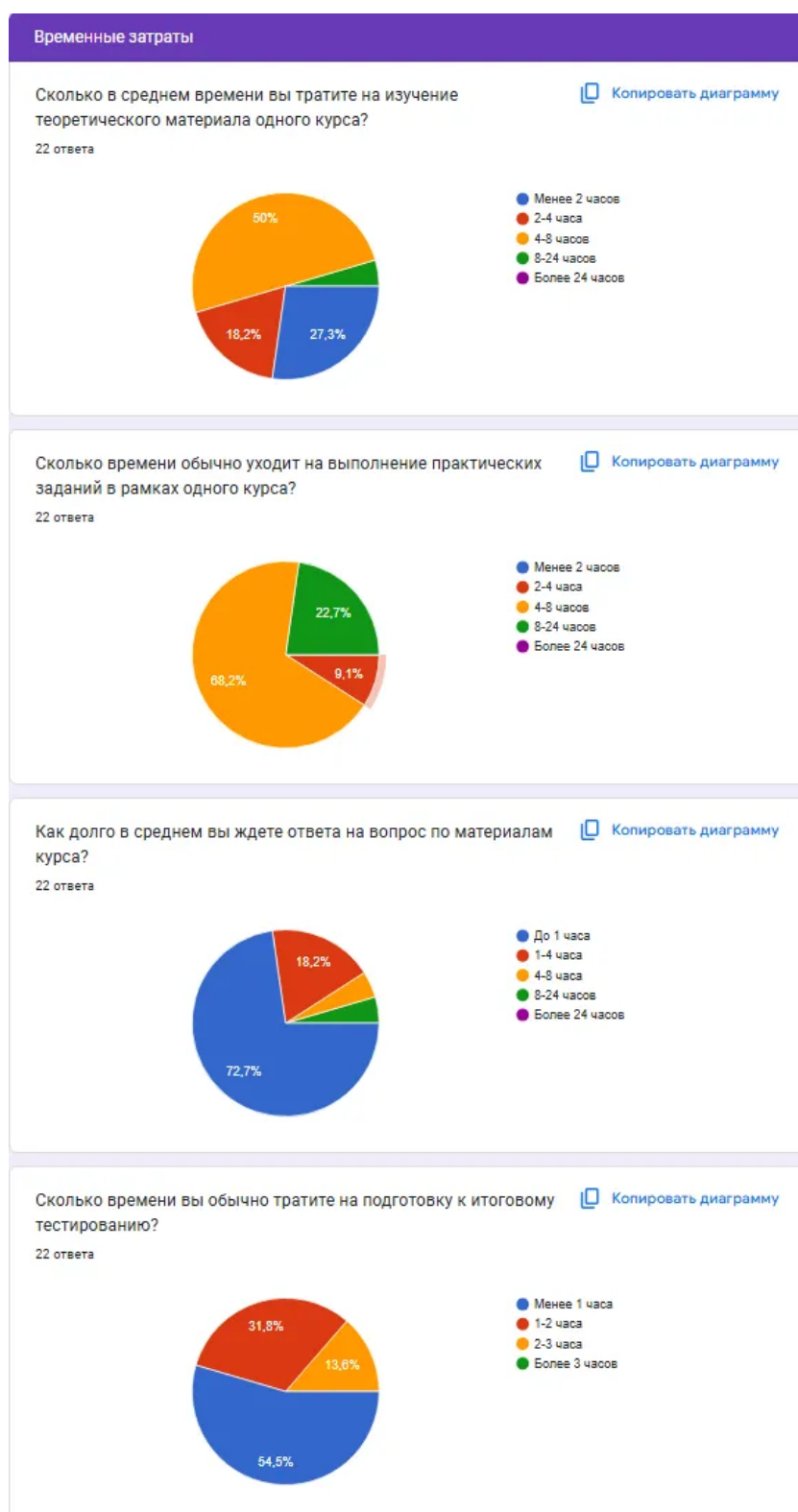


Рисунок А6 – Анкета оценки новой системы КО. Часть 2

Продолжение Приложения А



Рисунок А7 – Анкета оценки новой системы КО. Часть 3

Продолжение Приложения А

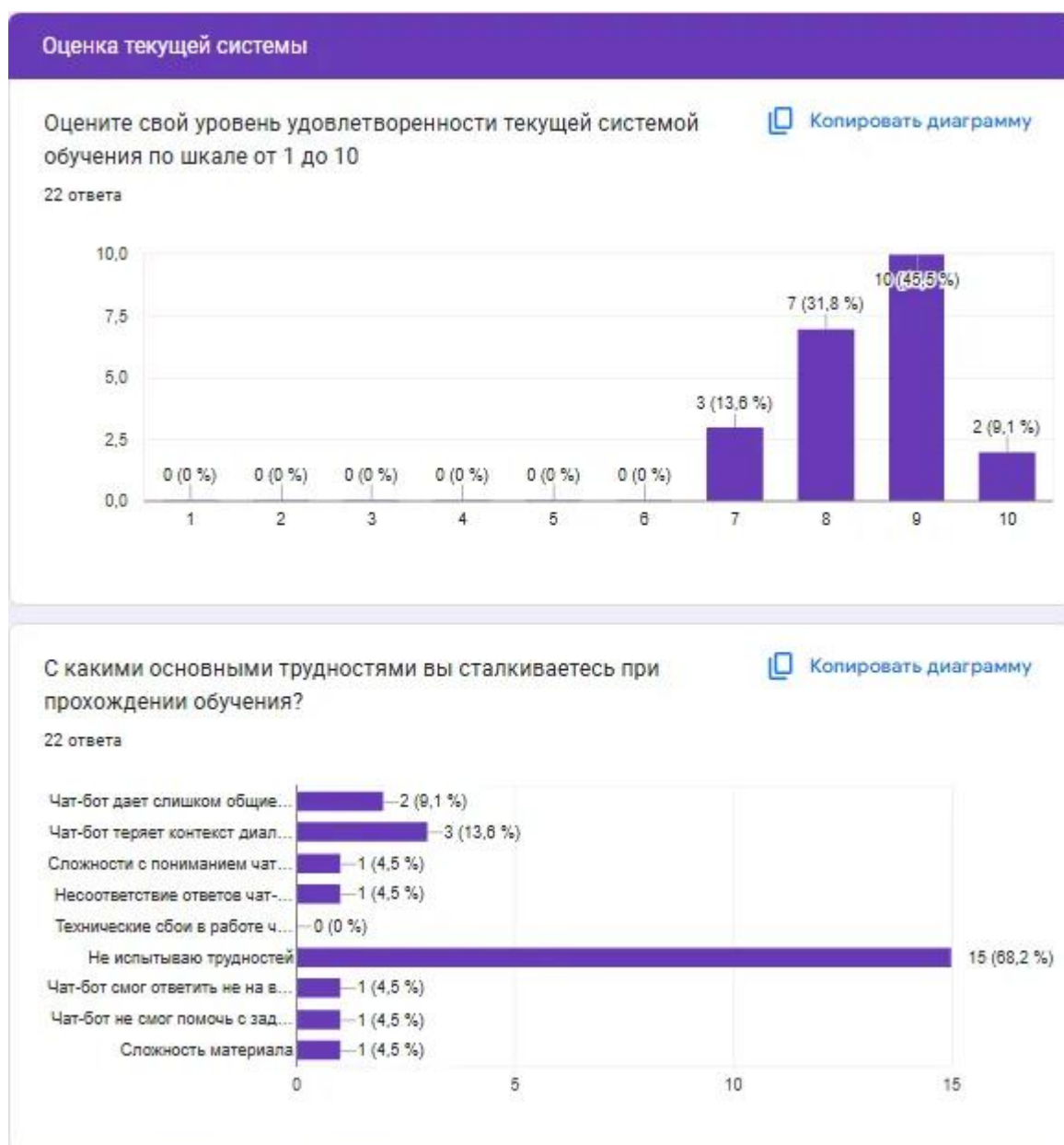


Рисунок А8 – Анкета оценки новой системы КО. Часть 4