

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

**И. Н. КАЛИНОВСКАЯ**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ  
ОРГАНИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

МОНОГРАФИЯ

Витебск  
2025

УДК 331.101.262:004

ББК 65.24

К 17

**Рецензенты:**

д.э.н., профессор, проректор по научной работе учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» Быков А. А. (г. Минск, Республика Беларусь)

д.э.н., профессор, проректор по научной работе учреждения образования «Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова» Маковская Н. В. (г. Могилев, Республика Беларусь)

заместитель генерального директора по персоналу  
ПО «Энергокомплект» Иванова А. М. (г. Витебск, Республика Беларусь)

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом УО «ВГТУ», протокол № 7 от 17.12.2024.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 4 от 23.12.2024.

Рекомендовано к изданию советом факультета Высшей школы экономики и бизнеса УО «БГЭУ», протокол № 5 от 23.01.2025.

**Калиновская, И. Н.**

К 17 Методическое обеспечение управления человеческими ресурсами организации в современных условиях: монография / И. Н. Калиновская. – Витебск : УО «ВГТУ», 2025. – 220 с.  
ISBN 978-985-481-779-8

В монографии представлены результаты диссертационных исследований автора и выполнения задания «Цифровизация рынка труда в инновационной экономике Республики Беларусь: направления, методы анализа, регулирование, прогноз» ГПНИ «Общество и гуманитарная безопасность белорусского государства» на 2021–2025 гг. Приведены: методика подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта, цифрового выбора программ обучения и повышения квалификации на основе компетентного подхода и технологий Big Data, оценки уровня цифровизации УЧР и значимости ключевых факторов успеха и барьеров цифровизации организации. Монография предназначена для специалистов в области управления человеческими ресурсами, топ-менеджеров, а также научных работников, аспирантов и студентов экономических специальностей.

**УДК 331.101.262:004**  
**ББК 65.24**

**ISBN 978-985-481-779-8**

© УО «ВГТУ», 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	5
<b>Глава 1</b>	
<b>Стратегии цифрового рекрутинга: методическое обеспечение отбора, подбора и первичной оценки человеческих ресурсов организации</b>	8
1.1 Подбор и найм персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта	8
1.2 Выбор оптимального периода подбора персонала с помощью технологии Big Data и искусственного интеллекта	26
1.3 Социальный скоринг сотрудников организации и кандидатов на должность	49
Выводы по 1 главе	58
<b>Глава 2</b>	
<b>Цифровые инструменты в развитии компетенций человеческих ресурсов организации и оптимизации их трудовых функций</b>	60
2.1 Цифровой выбор программ обучения и повышения квалификации человеческих ресурсов организации	60
2.2 Методический подход к определению влияния цифровизации на изменения количества и содержания рабочих мест и рабочих задач в организации	68
2.3 Оценка востребованности компетенций и сравнение профессиональных профилей	98
2.4 Оценка уровня цифровизации управления человеческими ресурсами в организации	127
Выводы по 2 главе	141
<b>Глава 3</b>	
<b>Методическое обеспечение оценки драйверов и препятствий цифровизации управления человеческими ресурсами организации</b>	143
3.1 Определение факторов успеха и барьеров при внедрении цифровых технологий в управление человеческими ресурсами организации	143
3.2 Методика оценки значимости ключевых факторов успеха и барьеров цифровизации организации	160
Выводы по 3 главе	170
<b>Заключение</b>	172

Список используемых источников	175
Приложение А. Форма аналитического отчета по результатам найма кандидата на должность организации	182
Приложение Б. Количественные метрики оценки эффективности процесса подбора и найма персонала организации	191
Приложение В. Анкета по оценке влияния цифровизации экономики на деятельность субъектов хозяйствования	197
Приложение Г. Результаты опроса экспертов по уровням развития факторов цифровизации управления человеческими ресурсами в организации	206
Приложение Д. Вопросы интервью по цифровой трансформации организации и данные респондентов	214
Приложение Е. Онлайн-опрос о восприятии и опыте сотрудников, вовлеченных в процесс цифровизации HR, и данные респондентов	217

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях процессы цифровой трансформации оказывают существенное влияние на развитие организаций, кардинально меняя подходы к управлению человеческими ресурсами. Переход к цифровой экономике обуславливает необходимость разработки методического обеспечения процессов управления человеческими ресурсами организации, отвечающего новым технологическим возможностям и изменяющимся требованиям к компетенциям сотрудников.

Возрастающая роль технологий искусственного интеллекта и больших данных в HR-практике, потребность в новых подходах к развитию цифровых компетенций сотрудников, а также важность обеспечения готовности организаций к цифровой трансформации HR-функции определяют актуальность проведенного исследования. Современные организации сталкиваются с необходимостью повышения эффективности процессов управления человеческими ресурсами в условиях цифровой экономики, что требует разработки соответствующего методического инструментария.

Теоретический фундамент исследования базируется на научных трудах ведущих ученых в области цифровой трансформации HR (Д. Л. Стоун, Д. Л. Дэдрик, Дж. Х. Марлер, Э. Пэрри), управления человеческими ресурсами (Т. Бондарук, С. Брюстер, Е. В. Ванкевич, Н. В. Маковская, Т. А. Татевосян), цифровой экономики (М. Кастельс, Э. Бриньолфссон, Д. Тапскотт, Л. Н. Нехорошева, Н. И. Богдан, М. М. Ковалев, Г. Г. Головенчик, В. Ф. Байнев, Т. А. Ткалич) и информационных технологий в управлении (Н. Карр, Т. Давенпорт, П. Вейл) и др.

Эмпирическую базу исследования составили данные цифровых платформ по поиску работы (Belmeta.com, Jobs.by, Praca.by), аналитические отчеты ведущих консалтинговых компаний (Deloitte, McKinsey, PwC), результаты проведенного опроса 68 организаций Витебского региона, а также материалы бизнес-кейсов успешной цифровизации HR.

В ходе исследования разработан комплекс методик цифрового рекрутинга, включающий подбор и найм персонала с помощью искусственного интеллекта, анализ сезонности рынка труда и социальный скоринг кандидатов. Предложены инструменты развития цифровых компетенций, основанные на применении технологий Big Data для выбора программ обучения, оценки влияния цифровизации на рабочие места и сравнения профессиональных профилей. Разработаны методические подходы к оценке цифровой трансформации HR, позволяющие определять уровень цифровизации, анализировать

факторы успеха и барьеры, а также прогнозировать развитие цифровизации.

Научная новизна исследования заключается в разработке методики подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта, интегрирующей управление на основе данных, технологические решения и адаптивность к VUCA-среде; методики цифрового выбора программ обучения и повышения квалификации, основанной на компетентностном подходе и технологиях Big Data; методики оценки уровня цифровизации управления человеческими ресурсами, использующей математическое моделирование на основе Марковских процессов; методики оценки значимости ключевых факторов успеха и барьеров цифровизации.

Практическая значимость разработанных методик подтверждена их успешной апробацией в организациях различных отраслей и форм собственности. Результаты исследования могут быть использованы руководителями организаций при планировании и реализации проектов цифровой трансформации HR, специалистами по управлению персоналом для повышения эффективности HR-процессов, IT-специалистами при разработке и внедрении цифровых HR-решений, а также в научно-исследовательской и образовательной деятельности.

Монография структурирована в соответствии с логикой исследования и включает три главы, последовательно раскрывающие методические аспекты цифровой трансформации основных HR-процессов: рекрутинга, развития компетенций и оценки уровня цифровизации. В каждой главе представлено теоретическое обоснование разработанных методик и результаты их практического применения.

Работа выполнялась в рамках диссертационных исследований автора и задания «Цифровизация рынка труда в инновационной экономике Республики Беларусь: направления, методы анализа, регулирование, прогноз» государственной программы научных исследований «Общество и гуманитарная безопасность белорусского государства» на 2021–2025 гг.

Автор выражает огромную благодарность организациям, создавшим условия для проведения исследований – Витебскому государственному технологическому университету, Белорусскому государственному экономическому университету, ООО «Белмета Бай». Автор выражает искреннюю благодарность рецензентам монографии – Н. В. Маковской, д.э.н., профессору, проректору по научной работе учреждения образования «Могилевский государственный университет им. А. А. Кулешова»; А. А. Быкову д.э.н., профессору, проректору по научной работе учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»; А. М. Ивановой

заместителю генерального директора по персоналу ПО «Энергокомплект».

Автор выражает глубокую признательность и сердечную благодарность своему научному консультанту – д.э.н., профессору, проректору по научной работе УО «Витебский государственный технологический университет» Ванкевич Елене Васильевне за неоценимую поддержку, мудрое наставничество и искреннюю заинтересованность в успехе данного исследования. Её глубокие профессиональные знания, богатый научный опыт и ценные рекомендации при разработке методологии исследования, конструктивные замечания и плодотворные научные дискуссии не только позволили существенно повысить качество монографии, но и во многом определили профессиональное становление автора как исследователя. Особую благодарность хочется выразить за чуткое руководство, постоянное внимание к работе и готовность делиться своими обширными знаниями и опытом в области экономики труда и управления человеческими ресурсами.

Отдельные слова благодарности автор адресует своей семье – Александру и Дарье, близким друзьям – Светлане и Дмитрию Ниткиным, за их искренний интерес к исследованию, ценные дискуссии и постоянное вдохновение, которые помогали преодолевать трудности и двигаться вперед к намеченной цели.

Следует отметить, что представленное в монографии исследование не охватывает всего многообразия проблем, связанных с трансформацией системы управления человеческими ресурсами в условиях цифровой экономики. Ряд вопросов носит дискуссионный характер и требует дальнейших научных изысканий.

# ГЛАВА 1

## СТРАТЕГИИ ЦИФРОВОГО РЕКРУТИНГА: МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТБОРА, ПОДБОРА И ПЕРВИЧНОЙ ОЦЕНКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОРГАНИЗАЦИИ

### 1.1 Подбор и найм персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта

Современные условия функционирования организаций характеризуются высокой степенью неопределенности, быстрыми изменениями требований к человеческим ресурсам и возрастающей ролью технологий в процессах управления человеческими ресурсами [1–6]. В этих условиях традиционные подходы к подбору персонала, основанные на линейных моделях оценки и стандартизированных процедурах, становятся недостаточно эффективными.

Таким образом, возникла необходимость разработки методики подбора и найма персонала, включающей три ключевые компонента современного HR-менеджмента: адаптивность к VUCA-среде<sup>1</sup>, управление на основе данных и современные технологические решения [7–9]. Методика подбора и найма персонала должна учитывать:

#### 1. Адаптивность к VUCA-среде:

- способностью быстро реагировать на изменения требований рынка труда;
- гибкостью в оценке и отборе кандидатов;
- учетом неопределенности и сложности при принятии решений;
- возможностью динамической корректировки критериев отбора.

#### 2. Управление на основе данных:

- многофакторным анализом при оценке кандидатов;
- предиктивной аналитикой для прогнозирования успешности рекрутинга;
- объективными критериями отбора;
- возможностью непрерывного анализа эффективности процессов подбора.

#### 3. Технологические решения

- возможностью автоматизации процессов;
- технологией для предварительного отбора кандидатов;
- системой анализа данных;
- доступом к различным источникам информации.

Интеграция этих компонентов в рамках единой методики обеспечивает:

---

<sup>1</sup> VUCA – это бизнес-среда с высокой волатильностью (Volatility), неопределенностью (Uncertainty), сложностью (Complexity) и неоднозначностью (Ambiguity).

- повышение качества подбора персонала через объективизацию оценки;
- сокращение временных затрат на рутинные операции;
- улучшение качества принимаемых решений;
- возможность масштабирования процессов.

Исходя из учитываемых требований разработана методика подбора кадров с применением технологий искусственного интеллекта, представленная на рисунке 1.1 [10].

Предлагаемая методика описывает бизнес-процесс цифрового рекрутинга как совокупность функций субъектов (HR-специалист, кандидат на должность) и объектов (HR-портал, интернет-ресурсы, чат-бот) системы подбора персонала, интегрирующую три ключевых компонента современного HR-менеджмента:

- адаптивность к VUCA-среде, обеспечивающееся через гибкое взаимодействие субъектов и объектов системы;
- управление на основе данных, реализуемое посредством аналитических функций HR-портала;
- технологические решения, представленные комплексом цифровых инструментов.

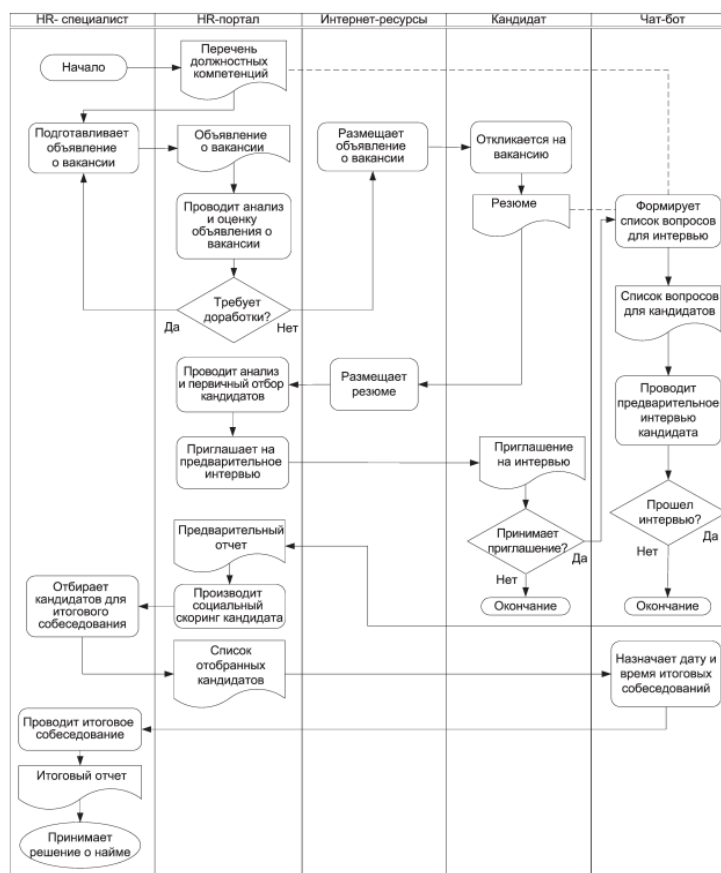


Рисунок 1.1 – Методика подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта

Данная интеграция позволяет в короткие сроки, с наименьшими усилиями и затратами закрывать вакансии (находить рабочее место), обеспечивая при этом высокое качество подбора персонала.

Реализация цифрового рекрутинга на базе искусственного интеллекта начинается с этапа формирования и размещения вакансии. HR-специалист формирует базовое описание вакансии в системе специализированного HR-портала, созданного на базе технологий искусственного интеллекта, включая основные требования к кандидату, ключевые обязанности, условия работы и компенсационный пакет.

Далее система проводит комплексный многоуровневый интеллектуальный анализ. В рамках управления на основе данных осуществляется анализ рынка труда, включающий мониторинг конкурентных предложений, анализ уровня заработных плат и оценку доступности кандидатов. Система также проводит аналитику эффективности, оценивая статистику отклика на схожие вакансии, конверсию просмотров в отклики и эффективность каналов размещения.

Технологический анализ включает лингвистическую обработку текста (семантический анализ, лексический разбор, грамматическую проверку и стилистическую оптимизацию) и юридическую валидацию, которая проверяет соответствие трудовому законодательству, выявляет дискриминационные формулировки и оценивает соответствие корпоративным политикам.

В рамках адаптивной оптимизации система оценивает привлекательность вакансии через анализ ключевых слов и фраз, оценку эмоционального тона и проверку полноты информации. На основе этого анализа происходит динамическая корректировка с формированием рекомендаций по улучшению текста, предложений по дополнению информации и оптимизации структуры объявления.

После оптимизации происходит мультиканальное размещение вакансии. Система осуществляет интеллектуальную дистрибуцию через автоматическое размещение на релевантных площадках, включая сайты поиска работы (Jobs.by, Praca.by, Belmeta.com), профессиональные социальные сети, специализированные отраслевые порталы и корпоративный сайт. При этом реализуется адаптивное управление размещением, включающее оптимизацию контента под специфику каждой площадки, учет особенностей целевой аудитории и настройку таргетинга. Система также осуществляет мониторинг эффективности в реальном времени, производя автоматическую корректировку размещения и перераспределение бюджета по каналам.

На данном этапе обеспечивается интеграция трех ключевых компонентов современного рекрутинга: VUCA-адаптивность реализуется через быстрое реагирование на изменения рынка и гибкую корректировку требований; управление данными осуществляется

посредством анализа исторических данных и применения предиктивных моделей эффективности; технологические решения представлены анализом с применением искусственного интеллекта, автоматизацией размещения и интеллектуальным мониторингом.

После размещения вакансии начинается этап обработки входящих резюме кандидатов. Система организует автоматизированный сбор резюме из различных источников (с сайтов поиска работы, профессиональных социальных сетей, корпоративного сайта и других каналов привлечения кандидатов). При поступлении резюме система автоматически создает цифровой профиль кандидата в HR-портале.

На этом этапе реализуется интеграция ключевых компонентов:

1. VUCA-адаптивность проявляется через гибкую систему приема резюме из разных источников, возможность обработки нестандартных форматов данных, адаптивную систему категоризации входящих резюме, оперативное реагирование на пики поступления заявок.

2. Управление на основе данных обеспечивается через автоматическую структуризацию информации из резюме, создание унифицированного формата данных для анализа, выделение ключевых параметров профиля кандидата, первичную категоризацию резюме по релевантности.

3. Технологические решения представлены системой автоматического распознавания и извлечения данных из резюме различных форматов, механизмами интеграции с внешними сайтами и платформами, автоматической валидацией контактных данных, инструментами обогащения профиля кандидата дополнительной информацией.

При этом система обеспечивает: мгновенное уведомление HR-специалиста о поступлении новых резюме, автоматическую проверку на дубликаты профилей, формирование единой базы кандидатов, предварительную оценку соответствия требованиям вакансии.

При этом реализуются следующие функции: автоматическое подтверждение получения резюме кандидату, информирование о статусе рассмотрения, сохранение истории взаимодействия с кандидатом, защита персональных данных в соответствии с законодательством.

Преимущества такого подхода: сокращение временных затрат на обработку резюме, стандартизация данных для дальнейшего анализа, минимизация ручных операций, повышение качества обработки информации.

На третьем этапе методики интеллектуальная система HR-портала осуществляет автоматизированный анализ поступивших резюме и проводит первичный отбор кандидатов. Система выполняет многофакторный анализ по формальным признакам квалификации,

включая оценку образовательно-квалификационного уровня (уровень образования, специальность, учебное заведение), наличие и направленность последипломного образования, профессиональный опыт (стаж работы, должности, компании), уровень владения иностранными языками, компетенции в области информационных технологий, а также дополнительные профессиональные сертификации и квалификации.

Реализация данного этапа обеспечивается комплексом технологических решений, включающих систему распознавания и классификации квалификационных характеристик, алгоритмы сопоставления требований вакансии с параметрами резюме, инструменты ранжирования кандидатов по степени соответствия и механизмы верификации указанных данных.

Система обеспечивает адаптивность к изменяющимся условиям рынка труда через динамическую настройку критериев отбора, применение гибкой системы весовых коэффициентов для различных параметров оценки, возможность оперативной корректировки требований в процессе подбора и учет альтернативных комбинаций квалификационных характеристик.

По результатам проведенного анализа система формирует рейтинг кандидатов по степени соответствия формальным требованиям, выделяет сильные и слабые стороны каждого кандидата, готовит аналитическое обоснование принятых решений и предоставляет рекомендации по дальнейшим действиям. HR-специалист получает структурированный отчет по каждому кандидату, включающий сравнительный анализ кандидатов, статистику по пулу резюме и рекомендации по корректировке критериев отбора.

Такой автоматизированный подход к анализу резюме обеспечивает объективность оценки за счет применения формализованных критериев, существенно сокращает время на первичный отбор, снижает влияние человеческого фактора, позволяет обрабатывать большое количество резюме и гарантирует единообразие подхода к оценке всех кандидатов.

На четвертом этапе система HR-портала начинает автоматизированную коммуникацию с кандидатами, успешно прошедшими первичный отбор. Процесс рассылки приглашений на предварительное интервью реализуется с учетом анализа оптимального времени для взаимодействия с кандидатами, основываясь на статистике эффективности предыдущих коммуникаций. На основе этих данных система формирует персонализированные приглашения, учитывая предпочтительные для каждого кандидата каналы связи (электронная почта, SMS, мессенджеры или социальные сети).

Многоканальная система коммуникаций автоматически генерирует персонализированные тексты приглашений и формирует

уникальные ссылки для доступа к интервью с чат-ботом. При этом осуществляется непрерывный мониторинг статуса доставки и прочтения приглашений. В случае отсутствия ответа от кандидата в установленный срок, система автоматически направляет напоминания. Также обеспечивается возможность гибкого планирования времени интервью с учетом предпочтений кандидатов.

Система демонстрирует высокий уровень адаптивности, позволяя оперативно управлять расписанием интервью и масштабировать процесс при увеличении потока кандидатов. Формат коммуникации адаптируется под предпочтения каждого кандидата, а тексты приглашений оперативно корректируются на основе получаемой обратной связи.

В процессе работы система осуществляет постоянный мониторинг отклика кандидатов на приглашения, автоматически обновляет статусы в базе данных и формирует аналитические отчеты по эффективности коммуникаций. Вся история взаимодействия с каждым кандидатом сохраняется в системе с соблюдением требований к защите персональных данных и обеспечением конфиденциальности коммуникаций.

Каждый кандидат получает четкие инструкции по процессу прохождения интервью и необходимой технической подготовке, а также имеет возможность оперативно получить поддержку при возникновении вопросов. Такой комплексный подход к организации коммуникаций позволяет существенно ускорить процесс организации интервью, обеспечить максимальное удобство для кандидатов, снизить нагрузку на HR-специалистов и поддерживать высокий уровень вовлеченности кандидатов в процесс отбора.

На пятом этапе реализуется процесс интеллектуального интервьюирования кандидатов с помощью специализированного чат-бота [11]. Система формирует индивидуальный список вопросов на основе комплексного анализа должностных компетенций, которые определяются в соответствии с типовой должностной инструкцией вакансии. При этом учитываются требования Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих (ЕТКС) и Единого квалификационного справочника должностей служащих (ЕКСД), что обеспечивает соответствие оценки нормативным требованиям к должности.

В процессе формирования вопросов система реализует управление на основе данных, анализируя резюме конкретного кандидата и адаптируя структуру интервью под его профиль. Интервью выстраивается по трем ключевым направлениям оценки: определение уровня интеллектуального потенциала (IQ) кандидата, анализ его психоэмоционального состояния и оценка профессиональных навыков (рис. 1.2).

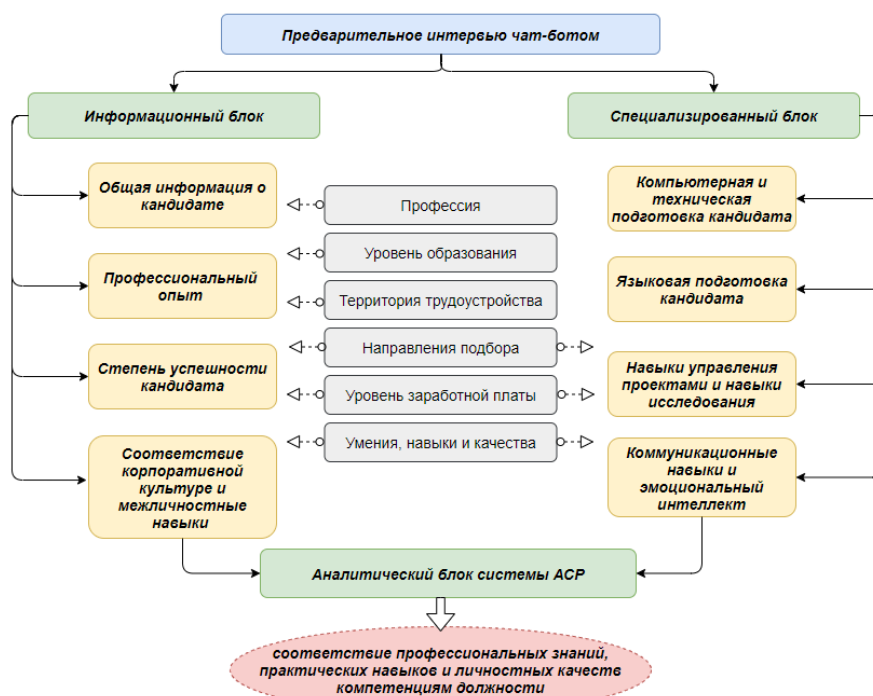


Рисунок 1.2 – Блоки предварительного интервью, проводимого чат-ботом

Технологическое решение в виде интеллектуального чат-бота обеспечивает динамическое проведение интервью, где система не просто последовательно задает вопросы, но и анализирует получаемые ответы в режиме реального времени. На основе этого анализа чат-бот принимает решение о необходимости задать уточняющие вопросы, что позволяет получить более полную и точную информацию о компетенциях кандидата.

Адаптивность системы проявляется в способности корректировать ход интервью в зависимости от получаемых ответов. Если кандидат демонстрирует неожиданные или нестандартные компетенции, система может расширить соответствующий блок вопросов для более глубокой оценки. При выявлении противоречий или неполных ответов чат-бот формирует дополнительные уточняющие вопросы, обеспечивая всестороннюю оценку кандидата.

В процессе интервью система одновременно осуществляет многофакторный анализ ответов, оценивая не только их содержание, но и форму изложения, скорость реакции, полноту и структурированность предоставляемой информации. Это позволяет формировать комплексный профиль кандидата, учитывающий как профессиональные компетенции, так и личностные характеристики.

Такой подход к проведению предварительного интервью обеспечивает объективность оценки, единообразие процедуры для всех

кандидатов и возможность получения структурированной информации для принятия дальнейших решений в процессе отбора персонала.

На следующем этапе методики система переходит к комплексному анализу собранной в ходе интервью информации. После завершения интервью чат-бот инициирует процесс глубокой аналитической обработки всех полученных данных с применением методов профайлинга. Система анализирует не только содержание ответов кандидата, но и особенности его коммуникативного поведения, стиль изложения информации, последовательность и логику представления ответов.

В рамках управления на основе данных система проводит многофакторный анализ, сопоставляя ответы кандидата с эталонными моделями компетенций для данной вакансии. При этом оценивается уровень развития каждой компетенции, выявляются сильные стороны кандидата и зоны потенциального развития. Технологическое решение позволяет обрабатывать большие массивы данных, выявляя неочевидные закономерности и корреляции в ответах кандидата.

На основе проведенного анализа система формирует детальный предварительный отчет по каждому кандидату. В отчете отражается степень соответствия кандидата требованиям вакансии, уровень развития ключевых компетенций, результаты профайлинга и прогноз успешности кандидата на данной позиции. Особое внимание уделяется выявлению уникальных характеристик и потенциальных рисков. В приложении А представлена форма аналитического отчета по результатам найма кандидата.

Параллельно система создает сводную аналитическую таблицу по всем кандидатам, прошедшим предварительное интервью. Эта таблица позволяет проводить сравнительный анализ кандидатов, ранжировать их по степени соответствия требованиям и выделять наиболее перспективных претендентов на должность. В таблице отражаются ключевые показатели по каждому кандидату, что обеспечивает удобство сравнения и принятия решений.

Система демонстрирует адаптивность, корректируя критерии оценки и значимость различных факторов на основе накопленной статистики успешных наймов. Это позволяет постоянно повышать точность оценки и качество рекомендаций по кандидатам.

По результатам анализа HR-специалист получает структурированную информацию для принятия решений, включающую:

- детальные индивидуальные отчеты по каждому кандидату;
- сравнительные характеристики всех претендентов;
- рекомендации по дальнейшим шагам в отношении каждого кандидата;
- прогноз успешности кандидатов на данной позиции.

Такой комплексный подход к анализу результатов интервью обеспечивает объективность оценки, позволяет принимать обоснованные решения по отбору кандидатов и существенно повышает эффективность процесса подбора персонала.

Далее система проводит социальный скоринг кандидатов, анализируя их цифровой след в социальных сетях. Процесс начинается с автоматического поиска и верификации аккаунтов кандидата в различных социальных сетях на основе данных, полученных из резюме и в ходе предварительного интервью.

Управление на основе данных реализуется через комплексный анализ профилей кандидата, где система оценивает различные параметры активности в социальных сетях. Анализируются профессиональные интересы, участие в профильных сообществах, публикационная активность по профессиональной тематике. Особое внимание уделяется оценке профессионального нетворкинга, рекомендациям и отзывам коллег, а также подтверждению указанного в резюме опыта работы.

Технологическое решение обеспечивает многофакторный анализ контента, включая текстовые публикации, комментарии, репосты и другие формы активности. Система применяет методы семантического анализа для оценки тональности публикаций, определения основных тем обсуждения и выявления потенциальных рисков. При этом используются алгоритмы машинного обучения для классификации контента и выявления поведенческих паттернов.

Адаптивность системы проявляется в способности корректировать критерии оценки в зависимости от специфики должности и корпоративной культуры организации. Например, для творческих профессий больше внимания уделяется оценке креативности контента, для управленческих позиций – демонстрации лидерских качеств и навыков коммуникации.

Собранная информация структурируется и интегрируется в общий аналитический отчет по кандидату, дополняя разделы профессиональных и личностных компетенций. В сводную таблицу вносятся ключевые метрики социального скоринга, включая оценку профессиональной активности, социального капитала, коммуникативных навыков и потенциальных рисков.

Система обеспечивает соблюдение этических норм и законодательства о защите персональных данных, анализируя только общедоступную информацию и учитывая настройки приватности профилей кандидатов. Это позволяет получить дополнительную информацию для принятия решений, не нарушая при этом права кандидатов на конфиденциальность.

На восьмом этапе методики происходит переход к формированию пула кандидатов для итоговых собеседований. Система HR-портала

автоматически направляет HR-специалисту комплект аналитических отчетов по кандидатам, успешно прошедшим все предварительные этапы отбора. В отчетах содержится структурированная информация, включающая результаты анализа резюме, оценки предварительного интервью с чат-ботом, данные социального скоринга и сводные рейтинговые показатели по каждому кандидату.

HR-специалист проводит экспертный анализ предоставленных системой материалов, оценивая не только количественные показатели, но и качественные характеристики кандидатов. На основе этого анализа формируется список отобранных кандидатов, рекомендованных для прохождения итоговых собеседований. При формировании списка учитываются как соответствие требованиям вакансии, так и потенциал кандидатов для развития в компании.

После утверждения списка кандидатов система переходит к автоматизированному планированию собеседований. Встроенный в HR-портал чат-бот инициирует коммуникацию с отобранными кандидатами. Система анализирует календари занятости интервьюируемых специалистов компании, учитывает их приоритеты и предпочтения по времени проведения собеседований. Параллельно чат-бот взаимодействует с кандидатами, выясняя их возможности и предпочтения по датам и времени проведения встреч.

На основе собранной информации система формирует оптимальное расписание собеседований, учитывая временные слоты, удобные как для представителей компании, так и для кандидатов. При этом учитываются такие факторы, как длительность собеседований, необходимые перерывы между встречами, территориальная логистика для очных интервью или технические требования для дистанционных собеседований.

После формирования расписания чат-бот автоматически направляет приглашения всем участникам процесса, включая детальную информацию о формате, времени и месте проведения собеседования. Система также обеспечивает подтверждение участия, отправку напоминаний и возможность оперативного согласования изменений в случае необходимости.

Все действия по организации собеседований фиксируются в системе, что позволяет HR-специалисту контролировать процесс и при необходимости вносить корректировки. Такой автоматизированный подход к планированию значительно сокращает временные затраты на организационные вопросы и минимизирует риски коммуникационных сбоев.

Управление на основе данных реализуется через автоматическую передачу HR-специалисту комплекта аналитических отчетов по кандидатам, успешно прошедшим все предварительные этапы отбора. В отчетах содержится структурированная информация, включающая

результаты анализа резюме, оценки предварительного интервью с чат-ботом, данные социального скоринга и сводные рейтинговые показатели по каждому кандидату.

Технологические решения представлены функционалом HR-портала, где встроенный чат-бот обеспечивает автоматизированное планирование собеседований. Система анализирует календари занятости интервьюируемых специалистов компании, учитывает их приоритеты и предпочтения по времени проведения собеседований. Параллельно чат-бот взаимодействует с кандидатами, выясняя их возможности и предпочтения по датам и времени проведения встреч. На основе собранной информации формируется оптимальное расписание собеседований.

Адаптивность к VUCA-среде проявляется в гибкой системе организации собеседований, где учитываются различные форматы проведения встреч (очные/дистанционные), возможность оперативной корректировки расписания, адаптация под изменяющиеся обстоятельства участников, учет территориальной и временной специфики, быстрое реагирование на форс-мажорные ситуации.

На следующем этапе методики осуществляется проведение итоговых собеседований специалистами компании, где интеграция трех ключевых компонентов обеспечивает комплексный подход к финальной оценке кандидатов.

Управление на основе данных реализуется через структурированную систему оценки кандидатов во время собеседования. Специалисты компании получают доступ к интерактивным формам оценки, где каждый критерий имеет четкие метрики и шкалы измерения. В процессе интервью они вносят свои оценки и комментарии в систему, которая автоматически обрабатывает полученную информацию и интегрирует её с ранее собранными данными о кандидате. Это позволяет получить комплексную оценку, учитывающую как результаты предварительных этапов, так и впечатления от личного собеседования.

Технологические решения представлены функционалом HR-портала, который обеспечивает цифровые инструменты для проведения структурированного интервью, автоматическую фиксацию результатов оценки, формирование сводных отчетов по итогам собеседований, интеграцию оценок всех интервьюеров, автоматическое обновление сводной таблицы подбора кадров, возможность проведения дистанционных собеседований с записью и анализом.

Адаптивность к VUCA-среде проявляется в гибкой системе проведения собеседований, где предусмотрены различные форматы проведения интервью (очный, дистанционный, гибридный), возможность оперативной корректировки состава интервьюеров, адаптация критериев оценки под специфику позиции и ситуации, учет

изменяющихся требований к кандидатам, быстрая перестройка процесса при возникновении непредвиденных обстоятельств.

После каждого собеседования система автоматически консолидирует оценки всех интервьюеров, формируя комплексный профиль кандидата. Все результаты структурируются в сводной таблице подбора кадров, где отражаются:

- количественные оценки по каждому критерию;
- качественные характеристики и комментарии;
- сравнительный анализ с другими кандидатами;
- рекомендации по дальнейшим действиям;
- потенциальные риски и возможности.

Система также предоставляет возможность получения моментальной обратной связи от всех участников процесса, что позволяет постоянно совершенствовать процедуру проведения собеседований и критерии оценки кандидатов.

На заключительном этапе система осуществляет формирование итоговых отчетов по кандидатам, прошедшим все этапы отбора, интегрируя три ключевых компонента для принятия окончательного решения о найме.

Управление на основе данных реализуется через комплексную аналитическую обработку всей собранной информации о кандидатах. Система агрегирует и анализирует данные со всех этапов отбора: результаты первичного анализа резюме, оценки предварительного интервью с чат-ботом, данные социального скоринга, результаты итоговых собеседований, рекомендации интервьюеров.

При этом каждый параметр оценки получает свой весовой коэффициент, что позволяет формировать итоговый рейтинг кандидатов с учетом приоритетности различных характеристик для конкретной должности.

Технологические решения обеспечивают автоматизированное формирование итоговых отчетов, включающих:

- сводные аналитические таблицы;
- сравнительные диаграммы показателей кандидатов;
- визуализацию ключевых метрик;
- прогнозные модели успешности кандидатов;
- расчет рисков и потенциальных возможностей.

Система также формирует проект решения о найме, основанный на многофакторном анализе всех полученных данных.

Адаптивность к VUCA-среде проявляется в гибкой системе принятия решений, где учитываются:

- актуальные изменения требований к должности;
- динамика рынка труда;
- срочность закрытия вакансии;
- потенциальные организационные изменения;

– альтернативные сценарии найма.

HR-специалист получает структурированный итоговый отчет.

После принятия решения о найме система автоматически:

– формирует проект предложения о работе;

– обновляет базу кандидатов;

– создает основу для программы адаптации;

– генерирует аналитику по эффективности всего процесса подбора.

Такой подход позволяет принимать обоснованные решения о найме, основанные на объективных данных, с учетом текущей ситуации и перспектив развития организации.

Разработанная методика подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта представляет собой комплексное решение, интегрирующее три ключевых компонента современного HR-менеджмента: адаптивность к VUCA-среде, управление на основе данных и технологические решения (рис. 1.3).

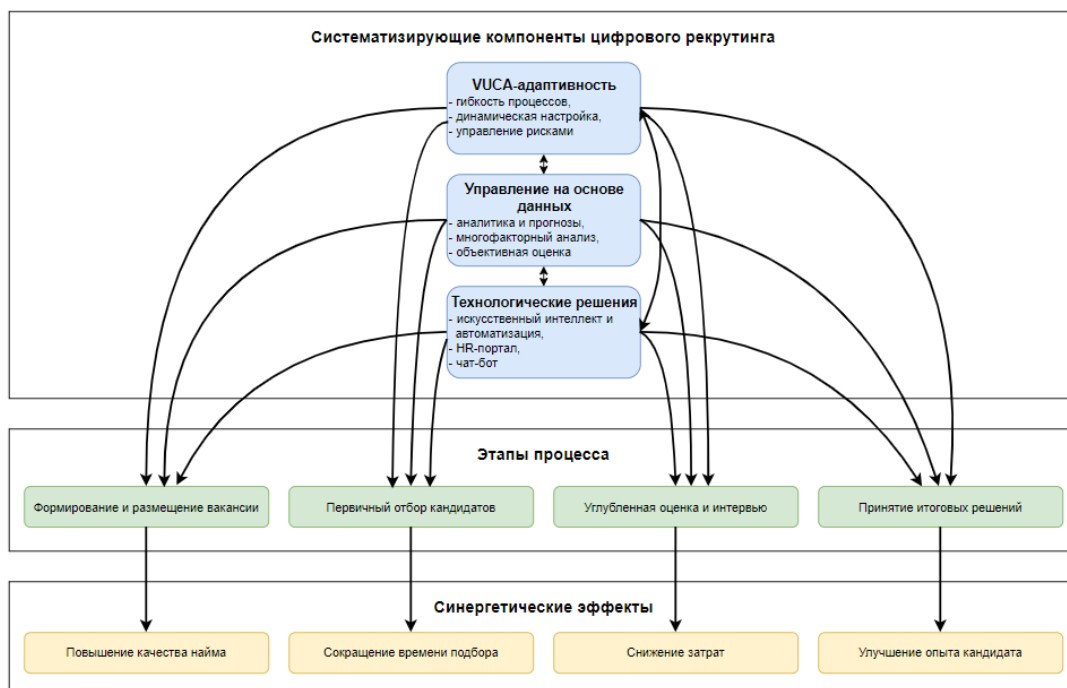


Рисунок 1.3 – Комплексное решение, интегрирующее адаптивность к VUCA-среде, управление на основе данных и технологические решения

Для оценки эффективности каждого этапа методики подбора и найма персонала разработан список количественных метрик (приложение Б).

Для количественной оценки повышения эффективности процесса найма с использованием методики подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта в

сравнении с классическими методами найма без автоматизации разработана математическая модель, учитывающая ключевые показатели эффективности [12–15]:

- время найма ( $T$ ) – среднее время, необходимое для заполнения вакансии. Этот показатель отражает скорость и эффективность процесса подбора персонала. Сокращение времени найма свидетельствует о повышении оперативности и снижении затрат, связанных с длительным отсутствием необходимого сотрудника;

- стоимость найма ( $C$ ) – средние затраты на привлечение одного сотрудника. Включает расходы на рекламу вакансий, оплату работы рекрутеров, использование специализированных платформ и другие сопутствующие расходы. Снижение стоимости найма указывает на более рациональное использование ресурсов и оптимизацию бюджета;

- качество найма ( $Q$ ) – оценка соответствия нового сотрудника требованиям должности и его производительности. Высокое качество найма означает, что сотрудник эффективно выполняет свои обязанности, быстро адаптируется и вносит значимый вклад в деятельность организации;

- уровень удержания сотрудников ( $R$ ) – процент сотрудников, остающихся в организации после определенного периода. Высокий уровень удержания свидетельствует об удовлетворенности сотрудников, эффективной адаптации и успешной интеграции в корпоративную культуру.

В таблице 1.1 представлены значения ключевых показателей эффективности найма при традиционном подходе и с использованием методики подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта.

Таблица 1.1 – Значения ключевых показателей эффективности найма

Ключевые показатели эффективности найма	Традиционный подход при найме	Методика найма с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта
Время найма	$T_{trad}$	$T_{auto}$
Стоимость найма	$C_{trad}$	$C_{auto}$
Качество найма	$Q_{trad}$	$Q_{auto}$
Уровень удержания сотрудников	$R_{trad}$	$R_{auto}$

Модель сравнения ключевых показателей эффективности найма при традиционном подходе и с использованием методики подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта:

### 1. Время найма ( $T$ )

Автоматизация и искусственный интеллект могут сократить время найма за счет ускорения процессов поиска, отбора и оценки кандидатов:

$$\Delta T = T_{trad} - T_{auto}, \quad (1.1)$$

где  $\Delta T$  – сокращение времени найма, дни.

## 2. Стоимость найма (C)

Внедрение автоматизации требует первоначальных инвестиций, но в долгосрочной перспективе снизит затраты за счет уменьшения ручного труда и повышения эффективности процесса:

$$\Delta C = C_{trad} - C_{auto}, \quad (1.2)$$

где  $\Delta C$  – экономия затрат на найм, руб.

## 3. Качество найма (Q)

Использование искусственного интеллекта позволяет более точно оценивать соответствие кандидатов требованиям, что повышает качество найма:

$$\Delta Q = Q_{trad} - Q_{auto}, \quad (1.3)$$

где  $\Delta Q$  – улучшение качества найма, балл.

## 4. Уровень удержания сотрудников (R)

Более качественный найм способствует повышению уровня удержания сотрудников:

$$\Delta R = R_{trad} - R_{auto}, \quad (1.4)$$

где  $\Delta R$  – увеличение уровня удержания, %.

**Показатель изменения эффективности найма (E)** при внедрении методики подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта.

Для расчета изменения общей эффективности используются относительные изменения ключевых показателей, выраженные в долях или процентах. Для интегральной оценки изменения общей эффективности используется взвешенная сумма изменений по всем ключевым показателям найма:

$$E = \frac{\Delta T}{T_{trad}} \times \omega_T + \frac{\Delta C}{C_{trad}} \times \omega_C + \frac{\Delta Q}{Q_{trad}} \times \omega_Q + \frac{\Delta R}{R_{trad}} \times \omega_R, \quad (1.5)$$

где  $\omega_T$ ,  $\omega_C$ ,  $\omega_Q$ ,  $\omega_R$  – веса, отражающие значимость каждого ключевого показателя (сумма всех весов равна 1).

Положительное значение показателя общей эффективности найма указывает на улучшение при использовании методики подбора и найма

персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта.

Для повышения точности оценки изменения эффективности процесса найма персонала с использованием искусственного интеллекта предлагается модификация формулы (1.5) с применением элементов нечеткой логики. Данный подход позволяет учесть неопределенность и субъективность ключевых показателей.

Каждый ключевой показатель эффективности представляется в виде нечеткого числа:

- $\tilde{T} = (T, \mu T)$  – нечеткое время найма,
- $\tilde{C} = (C, \mu C)$  – нечеткие затраты на найм,
- $\tilde{Q} = (Q, \mu Q)$  – нечеткое качество найма,
- $\tilde{R} = (R, \mu R)$  – нечеткий уровень удержания.

Где  $\mu$  – функция принадлежности для соответствующего показателя.

Для каждого показателя определяется трапециевидная функция принадлежности:

$$\begin{aligned}
 \mu(x) &= 0, \text{ при } x < a; \\
 \mu(x) &= \frac{x-a}{m_1-a}, \text{ при } a \leq x \leq m_1; \\
 \mu(x) &= 1, \text{ при } m_1 < x < m_2; \\
 \mu(x) &= \frac{b-x}{b-m_2}, \text{ при } m_2 \leq x \leq b; \\
 \mu(x) &= 0, \text{ при } x > b,
 \end{aligned}
 \tag{1.6}$$

где  $[a, b]$  – носитель нечеткого числа;  $[m_1, m_2]$  – ядро нечеткого числа.

Для каждого показателя рассчитывается нечеткое относительное изменение:

$$\begin{aligned}
 \Delta \tilde{T} &= \frac{\tilde{T}_{trad} - \tilde{T}_{auto}}{\tilde{T}_{trad}}; \\
 \Delta \tilde{C} &= \frac{\tilde{C}_{trad} - \tilde{C}_{auto}}{\tilde{C}_{trad}}; \\
 \Delta \tilde{Q} &= \frac{\tilde{Q}_{trad} - \tilde{Q}_{auto}}{\tilde{Q}_{trad}}; \\
 \Delta \tilde{R} &= \frac{\tilde{R}_{trad} - \tilde{R}_{auto}}{\tilde{R}_{trad}}.
 \end{aligned}
 \tag{1.7}$$

Таким образом, интегральная формула изменения эффективности примет вид:

$$\tilde{E}_{total} = \alpha \times \left[ \sum_{i=1}^4 (\tilde{\omega}_i \times \Delta \tilde{P}_i) \times \mu_i(P_i) \right], \quad (1.8)$$

где  $\tilde{\omega}_i$  – нечеткие весовые коэффициенты ( $\sum_{i=1}^4 \tilde{\omega}_i = 1$ );  $\Delta \tilde{P}_i$  – относительное изменение  $i$ -го показателя;  $\mu_i(P_i)$  – функция принадлежности для  $i$ -го показателя;  $\alpha$  – общий коэффициент уверенности ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ).

Для установления лингвистических переменных в оценке эффективности найма для каждого показателя определяется диапазон возможных значений, количество термов (лингвистических значений), смысловая интерпретация каждого терма, функции принадлежности (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Среднестатистический диапазон возможных значений лингвистических переменных в оценке эффективности найма

Ключевой показатель эффективности найма	Уровень*		
	низкий	средний	высокий
Время найма	0,0-0,4	0,4-0,7	0,7-1,0
Стоимость найма	0,0-0,3	0,3-0,6	0,6-1,0
Качество найма	0,0-0,3	0,3-0,7	0,7-1,0
Уровень удержания сотрудника	0,0-0,4	0,4-0,8	0,8-1,0

Примечание: факторы, влияющие на установление границ: специфика отрасли, размер компании, уровень позиций, рыночная ситуация, корпоративные стандарты. Методы определения границ: статистический анализ исторических данных, экспертные оценки, бенчмаркинг, анализ лучших практик, опрос стейкхолдеров.

Для получения четкого значения показателя изменения эффективности процесса найма персонала с использованием искусственного интеллекта применяется метод центра тяжести:

$$E = defuzz(\tilde{E}_{total}) = \frac{\int x \mu(x) dx}{\int \mu(x) dx}. \quad (1.9)$$

При этом результат представляется в виде:  $E = [E-\delta; E+\delta]$ , где  $\delta$  – величина неопределенности, зависящая от исходных данных.

Если:

- $E > 0$ , внедрение методики подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта дает положительный эффект;

- $E < 0$ , внедрение методики не приносит улучшений в организации.

**Пример расчета оценки изменения эффективности найма после внедрения методики подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта**

**1. Исходные данные**

а) традиционный процесс найма:

- время найма ( $T_{trad}$ ): [20; 25; 30] дней,
- стоимость найма ( $C_{trad}$ ): [80000; 100000; 120000] руб.,
- качество найма ( $Q_{trad}$ ): [0,6; 0,7; 0,8] (по 1-балльной шкале),
- уровень удержания ( $R_{trad}$ ): [0,65; 0,75; 0,85] (доля);

б) процесс найма с использованием методики:

- время найма ( $T_{auto}$ ): [12; 15; 18] дней,
- стоимость найма ( $C_{auto}$ ): [50000; 60000; 70000] руб.,
- качество найма ( $Q_{auto}$ ): [0,75; 0,85; 0,95],
- уровень удержания ( $R_{auto}$ ): [0,80; 0,90; 0,95].

в) весовые коэффициенты

- $\omega_T = 0,3$  (время),
- $\omega_C = 0,2$  (стоимость),
- $\omega_Q = 0,3$  (качество),
- $\omega_R = 0,2$  (удержание).

**2. Расчет относительных изменений**

2.1 Время найма (формула 1.7):

$$\Delta \tilde{T} = (\tilde{T}_{trad} - \tilde{T}_{auto}) / \tilde{T}_{trad}$$

- минимальное =  $(20 - 18) / 30 = 0,067$ ,
- среднее =  $(25 - 15) / 25 = 0,400$ ,
- максимальное =  $(30 - 12) / 20 = 0,900$ ;

2.2 Стоимость найма (формула 1.7):

$$\Delta \tilde{C} = (\tilde{C}_{trad} - \tilde{C}_{auto}) / \tilde{C}_{trad}$$

- минимальное =  $(80000 - 70000) / 120000 = 0,083$ ,
- среднее =  $(100000 - 60000) / 100000 = 0,400$ ,
- максимальное =  $(120000 - 50000) / 80000 = 0,875$ ;

2.3 Качество найма (формула 1.7):

$$\Delta \tilde{Q} = (\tilde{Q}_{auto} - \tilde{Q}_{trad}) / \tilde{Q}_{trad}$$

- минимальное =  $(0,75 - 0,8) / 0,8 = -0,063$ ,
- среднее =  $(0,85 - 0,7) / 0,7 = 0,214$ ,
- максимальное =  $(0,95 - 0,6) / 0,6 = 0,583$ ;

2.4 Уровень удержания (формула 1.7):

$$\Delta \tilde{R} = (\tilde{R}_{auto} - \tilde{R}_{trad}) / \tilde{R}_{trad}$$

- минимальное =  $(0,80 - 0,85) / 0,85 = -0,059$ ,
- среднее =  $(0,90 - 0,75) / 0,75 = 0,200$ ,
- максимальное =  $(0,95 - 0,65) / 0,65 = 0,462$ .

### 3. Расчет интегрального показателя

3.1 Взвешенная сумма (формула 1.8):

$$\tilde{E} = \omega T \times \Delta \tilde{T} + \omega C \times \Delta \tilde{C} + \omega Q \times \Delta \tilde{Q} + \omega R \times \Delta \tilde{R}.$$

– минимальное значение интегрального показателя:

$$E_{\min} = 0,3 \times 0,067 + 0,2 \times 0,083 + 0,3 \times (-0,063) + 0,2 \times (-0,059) = 0,008,$$

– среднее значение интегрального показателя:

$$E_{\text{avg}} = 0,3 \times 0,400 + 0,2 \times 0,400 + 0,3 \times 0,214 + 0,2 \times 0,200 = 0,306,$$

– максимальное значение интегрального показателя:

$$E_{\max} = 0,3 \times 0,900 + 0,2 \times 0,875 + 0,3 \times 0,583 + 0,2 \times 0,462 = 0,724;$$

3.2 Учет коэффициента уверенности  $\alpha$

При  $\alpha = 0,9$  (высокая уверенность в данных):

$$E_{\text{final}} = [0,008 \times 0,9; 0,306 \times 0,9; 0,724 \times 0,9] = [0,007; 0,275; 0,652].$$

### 4. Интерпретация результатов

1. Общая эффективность внедрения методики положительная (все значения  $> 0$ );

2. С вероятностью 90 % ( $\alpha = 0,9$ ) эффективность находится в интервале:

- минимальная: 0,7 %,
- ожидаемая: 27,5 %,
- максимальная: 65,2 %;

3. Наибольший вклад в повышение эффективности вносят:

- сокращение времени найма (до 90 %),
- снижение стоимости найма (до 87,5 %);

4. Области с меньшим влиянием:

- качество найма (улучшение до 58,3 %),
- уровень удержания (улучшение до 46,2 %).

## 1.2 Выбор оптимального периода подбора персонала с помощью технологии Big Data и искусственного интеллекта

Рынок труда обладает высокой подвижностью. Он подвержен спадам и подъемам активности как работодателей, так и соискателей рабочего места. Знание сезонных колебаний предложения рабочей силы позволяет работодателям с наименьшими временными затратами закрывать вакансию и экономить бюджет организации.

В экономической литературе анализ сезонности рынка труда рассматривается с точки зрения выбора оптимального времени подачи резюме при поиске работы соискателями [16–18]. Однако проблема оптимального времени подбора персонала организациями остается недостаточно раскрытой.

В результате реализации алгоритма сбора статистических данных о рабочей силе из онлайн-источников [19–21] извлечено и обработано 216128 уникальных резюме. В дальнейшем извлеченные из резюме данные были классифицированы на группы занятий по ОКРБ 014-2017 (Общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Занятия»), гармонизированные с профессионально-квалификационными группами ISCO (International Standard Classification of Occupations) (табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Классификация извлеченных данных из резюме по группам занятий ОКРБ 014-2017 и профессионально-квалификационным группам ISCO

Номер группы	Наименование занятия по ОКРБ 014-2017	Профессионально-квалификационная группа ISCO
1	Руководители	Managers
2	Специалисты-профессионалы	Professional
3	Специалисты	Technicians and associate professionals
4	Работники, занятые предоставлением офисных административных и вспомогательных услуг, услуг потребителям, подготовкой, обработкой информации и учетом	Clerical support workers
5	Работники сферы обслуживания, торговли и других родственных видов деятельности	Service and sales workers
6	Квалифицированные работники сельского и лесного хозяйств, рыбоводства и рыболовства	Skilled agricultural, forestry and fishery workers
7	Квалифицированные рабочие промышленности, строительства и рабочие подобных занятий (за исключением работников, вошедших в основную группу 8)	Craft and related trades workers
8	Операторы, аппаратчики, машинисты и другие рабочие, занятые управлением, эксплуатацией и обслуживанием установок и машин, сборщики изделий	Plant and machine operators, and assemblers
9	Неквалифицированные работники	Elementary occupations

Источник: составлено автором по данным ОКРБ 014-2017 и ISCO.

Классифицированные данные о количестве резюме по группам занятий и годам заносились в матрицу данных рынка труда с 2015 по 2020 год (табл. 1.4) [22, 23].

Следующий этап – анализ сезонных колебаний рынка труда. Исследование сезонных колебаний рынка предлагается осуществлять на основе эмпирических данных без их выравнивания математическими инструментами, чтобы устранить потери статистического материала. В качестве метода построения графика сезонности и получения уравнения тренда, позволяющего разрабатывать прогноз явления с проекцией в будущее, выбран метод У. Парсонса, существенным преимуществом которого является отсутствие погрешности в получаемом уравнении регрессии.

Метод У. Парсонса – это статистический метод анализа временных рядов, который позволяет:

- выделить сезонную составляющую путём расчета индексов сезонности,
- построить тренд,
- получить прогнозные значения показателя.

Суть метода заключается в выравнивании временного ряда с помощью скользящих средних и последующем расчете сезонной компоненты как отношения фактических значений к расчетным [24].

Таблица 1.4 – Матрица эмпирического материала для осуществления анализа предложения рынка труда

Квартал	I								
Группа ISCO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2015	875	3020	298	334	2070	3	522	940	284
2016	1040	3560	373	419	2680	5	581	866	281
2017	956	3430	372	396	2490	2	510	805	289
2018	954	3690	421	490	2460	12	705	1070	519
2019	671	3070	254	319	1310	4	389	502	148
2020	1460	7260	581	543	2180	4	621	863	239
Квартал	II								
Группа ISCO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2015	822	2530	260	306	1910	3	456	718	199
2016	870	360	266	354	2090	2	450	597	224
2017	776	2930	294	322	1720	5	407	515	260
2018	541	2540	215	230	1130	1	309	424	153
2019	664	3070	287	268	1180	3	351	411	143
2020	2050	10200	876	727	2990	2	853	1250	335
Квартал	III								
Группа ISCO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2015	832	3180	314	335	2380	1	423	618	199
2016	867	3350	315	328	2070	4	405	525	195
2017	801	3430	384	370	2000	1	396	582	295
2018	535	2650	228	225	1090	1	295	326	119
2019	737	3780	325	278	1210	3	334	459	155
2020	1570	8540	665	544	2300	1	614	844	248
Квартал	IV								
Группа ISCO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2015	889	3380	337	363	2440	1	455	842	286
2016	852	3100	340	345	2200	1	412	578	253
2017	815	3270	363	378	2160	6	483	680	329
2018	531	2560	201	194	1020	1	263	382	140
2019	839	4200	356	329	1260	2	394	450	172
2020	1630	8750	685	540	2315	1	600	850	240

Источник: составлено автором по данным Belmeta.com.

При построении сезонной волны методом У. Парсонса вычислялись цепные отношения исходных значений количества резюме

и рассчитывались средние медианные значения этих цепных отношений. Расчетный материал представлен в таблицах 1.5-1.6.

Таблица 1.5 – Цепные поквартальные данные для построения сезонной волны

Группа ISCO	Цепные поквартальные данные для построения сезонной волны			
	I	II	III	IV
1 Руководители	104,7289	95,04206	97,60207	102,627
2 Специалисты-профессионалы	104,0709	89,95042	102,7788	103,1998
3 Специалисты	105,7548	87,32737	100,9545	105,9632
4 Работники, занятые предоставлением офисных административных и вспомогательных услуг, услуг потребителям, подготовкой, обработкой информации и учетом	106,7388	92,84118	96,69756	103,7224
5 Работники сферы обслуживания, торговли и других родственных видов деятельности	106,7388	92,84118	96,69756	103,7224
6 Квалифицированные работники сельского и лесного хозяйств, рыбоводства и рыболовства	96,76807	79,91021	105,9607	117,361
7 Квалифицированные рабочие промышленности, строительства и рабочие подобных занятий (за исключением работников, вошедших в основную группу 8)	56,45931	22,69039	35,6985	285,1518
8 Операторы, аппаратчики, машинисты и другие рабочие, занятые управлением, эксплуатацией и обслуживанием установок и машин, сборщики изделий	114,7995	90,63759	86,3373	108,2256
9 Неквалифицированные работники	108,705	94,44615	90,51162	106,3372

Источник: рассчитано автором по данным таблицы 1.4.

Таблица 1.6 – Расчетные значения показателей для построения сезонной волны

Показатель	Г р у п п а	Поквартальные значения показателя				Средние из квартальных отношений за год
		I	II	III	IV	
Среднеквартальные отношения из цепных отношений за 6 лет	1	116,4	87,1	110,3	100,6	103,6
Медианные значения из цепных отношений		114,4	82,5	112,2	99,2	102,1
Преобразованная медианная средняя		100	82,5	92,5	91,8	91,7
Преобразованная и исправленная медианная средняя		100	84,3	96,7	98,0	94,7
Сезонная волна		105,6	88,9	102,0	103,5	100
Среднеквартальные отношения из цепных отношений за 6 лет	2	129,3	92,5	98,4	103,9	106,0
Медианные значения из цепных отношений		117,1	88,8	100,4	102,8	102,3
Преобразованная медианная средняя		100	88,8	89,2	91,7	92,4
Преобразованная и исправленная медианная средняя		100	90,8	93,2	97,9	95,5
Сезонная волна		104,7	95,0	97,6	102,6	100
Среднеквартальные отношения из цепных отношений за 6 лет	3	124,3	94,1	110,6	100,7	107,4
Медианные значения из цепных отношений		112,8	85,7	113,2	99,5	102,8
Преобразованная медианная средняя		100	85,7	97,1	96,6	94,8
Преобразованная и исправленная медианная средняя		100	86,4	98,8	99,1	96,1
Сезонная волна		104,1	89,9	102,8	103,2	100
Среднеквартальные отношения из цепных отношений за 6 лет	4	125,1	91,9	111,0	101,7	107,4
Медианные значения из цепных отношений		115,9	82,7	115,8	105,1	104,9
Преобразованная медианная средняя		100	82,7	95,8	100,7	94,8
Преобразованная и исправленная медианная средняя		100	82,5	95,4	100,1	94,5
Сезонная волна		105,7	87,3	100,9	105,9	100
Среднеквартальные отношения из цепных отношений за 6 лет	5	127,6	85,4	102,6	102,5	104,5
Медианные значения из цепных отношений		113,8	84,0	100,7	103,3	100,5
Преобразованная медианная средняя		100	84,0	84,6	87,5	89,0

Окончание таблицы 1.6

Преобразованная и исправленная медианная средняя	5	100	86,8	90,6	97,0	93,6
Сезонная волна		106,7	92,7	96,7	103,6	100
Среднеквартальные отношения из цепных отношений за 6 лет	6	137,8	87,0	98,9	103,2	106,7
Медианные значения из цепных отношений		129,6	84,2	100,7	103,6	104,5
Преобразованная медианная средняя		100	84,2	84,9	88,0	89,2
Преобразованная и исправленная медианная средняя		100	86,9	90,5	97,1	93,6
Сезонная волна		106,7	92,8	96,6	103,7	100
Среднеквартальные отношения из цепных отношений за 6 лет		300	87,2	116,1	73,6	144,2
Медианные значения из цепных отношений	7	200	62,5	90	58,3	102,7
Преобразованная медианная средняя		100	62,5	56,2	32,8	62,8
Преобразованная и исправленная медианная средняя		100	82,5	109,4	121,2	103,3
Сезонная волна		96,7	79,9	105,9	117,3	100
Среднеквартальные отношения из цепных отношений за 6 лет		554,6	27,4	86,0	90,4	189,6
Медианные значения из цепных отношений		509,5	27,3	83,5	93,9	178,6
Преобразованная медианная средняя	8	100	27,3	22,8	21,4	42,9
Преобразованная и исправленная медианная средняя		100	40,1	63,2	505,0	177,1
Сезонная волна		56,4	22,6	35,6	285,1	100
Среднеквартальные отношения из цепных отношений за 6 лет		144,5	79,2	90,5	113,1	106,8
Медианные значения из цепных отношений		139,2	72,6	87,0	113,4	103,1
Преобразованная медианная средняя		9	100	72,6	63,2	71,7
Преобразованная и исправленная медианная средняя	100		78,9	75,2	94,2	87,1
Сезонная волна	114,7		90,6	86,3	108,2	100

По полученным расчетным данным строились сезонные волны предложения рынка труда согласно профессионально-квалификационным группам ОКРБ 014-2017 (рис. 1.4).

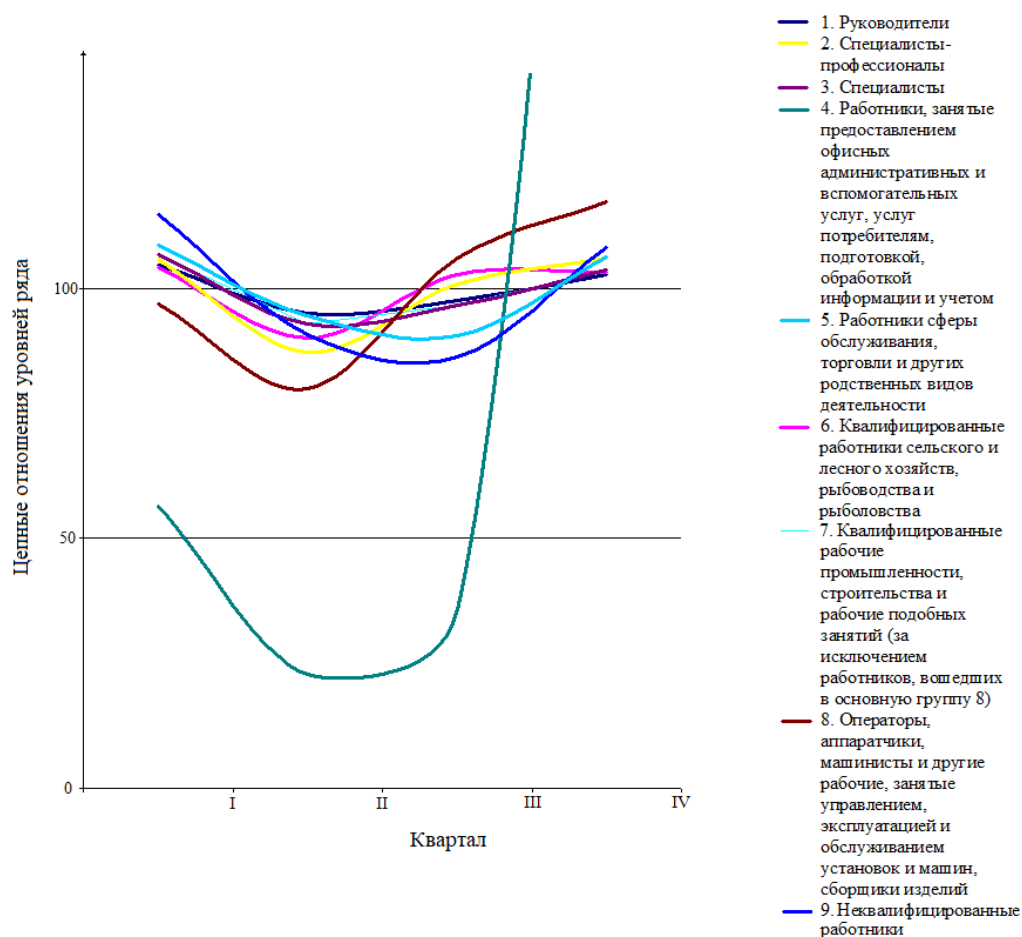


Рисунок 1.4 – Сезонные волны предложения рабочей силы на рынке труда Республики Беларусь согласно классификации профессионально-квалификационных групп ОКРБ 014-2017

По построенным сезонным волнам предложения рабочей силы получены линии тренда, представленные полиномом третьего порядка, позволяющие составлять прогнозные значения периодов оживления и спада активности соискателей вакансий:

$$\text{Руководители: } Y_1 = -1,6303x^3 + 15,905x^2 - 45,991x + 136,44;$$

$$\text{Специалисты-профессионалы: } Y_2 = -6,5594x^3 + 52,831x^2 - 126,7x + 184,5;$$

$$\text{Специалисты: } Y_3 = -6,7789x^3 + 56,7x^2 - 141,08x + 196,91;$$

Работники, занятые предоставлением офисных административных и вспомогательных услуг, услуг потребителям, подготовкой, обработкой информации и учетом:

$$Y_4 = -2,4309x^3 + 23,463x^2 - 67,269x + 152,98;$$

Работники сферы обслуживания, торговли и других родственных видов деятельности:

$$Y_5 = -2,5312x^3 + 24,201x^2 - 68,895x + 154,01;$$

Квалифицированные работники сельского и лесного хозяйств, рыбоводства и рыболовства:

$$Y_6 = -9,5931x^3 + 79,013x^2 - 186,74x + 214,09;$$

Квалифицированные рабочие промышленности, строительства и рабочие подобных занятий (за исключением работников, вошедших в основную группу 8):

$$Y_7 = 31,611x^3 - 166,28x^2 + 243,79x + 52,663;$$

Операторы, аппаратчики, машинисты и другие рабочие, занятые управлением, эксплуатацией и обслуживанием установок и машин, сборщики изделий:

$$Y_8 = 1,0545x^3 + 3,6039x^2 - 42,355x + 152,5;$$

Неквалифицированные работники:

$$Y_9 = 1,5726x^3 - 4,2736x^2 - 12,446x + 123,85.$$

На следующем этапе «Анализ полученных результатов» исследовались построенные графики сезонности, отразившие общую тенденцию для большинства профессионально-квалификационных групп (кроме групп 8 «Операторы, аппаратчики, машинисты и другие рабочие, занятые управлением, эксплуатацией и обслуживанием установок и машин, сборщики изделий», 9 «Неквалифицированные работники») – снижение количества желающих сменить работу с начала первого квартала до первой половины второго квартала и оживление до окончания третьего квартала. Снижение активности поиска работы объясняется тем, что персонал, нашедший работу в конце года, проходит испытательный срок и стажировку. А также на рынке со стороны работодателей и соискателей наблюдалась «выжидательная» позиция в нестабильный период. А оживление связано с поиском сезонной работы и первого рабочего места выпускниками учебных заведений.

Более затяжной спад активности с начала года и до начала третьего квартала наблюдается у 8 и 9 профессиональной группы «Операторы, аппаратчики, машинисты и другие рабочие, занятые управлением, эксплуатацией и обслуживанием установок и машин, сборщики изделий» и «Неквалифицированные работники», это объясняется активизацией спроса на данную рабочую силу начиная со второй половины летнего периода (сбор урожая, уход в отпуска основных рабочих).

Аналогичным образом определялась общая посезонная тенденция предложения рабочей силы на рынке труда Беларуси (табл. 1.7–1.8). На рисунке 1.5 представлена информация по предложению рабочей силы на рынке труда Республики Беларусь, полученная с сайта по поиску работы Belmeta.com.

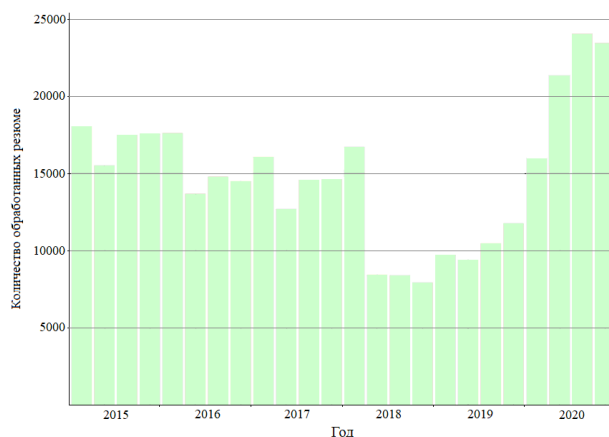


Рисунок 1.5 – Статистические данные предложения рабочей силы на рынке труда Республики Беларусь

Таблица 1.7 – Расчетные значения цепных отношений уровней ряда

Год	Поквартальные цепные отношения уровней ряда				Средние из квартальных отношений за год
	I	II	III	IV	
2015	-	86,1	112,9	100,6	99,9
2016	100	77,8	108,0	97,9	95,9
2017	111,0	78,9	114,9	100	101,2
2018	114,4	50,5	99,8	94,4	89,8
2019	122,5	96,7	111,5	112,4	110,8
2020	133,9	132,3	114,8	98,3	119,8

Таблица 1.8 – Расчетные значения показателей для построения сезонной волны

Показатель	Поквартальные значения показателя				Средние из квартальных отношений за год
	I	II	III	IV	
Среднеквартальные отношения из цепных отношений за 6 лет	116,37	87,06	110,33	100,61	103,59
Медианные значения из цепных отношений	114,38	82,50	112,18	99,17	102,06
Преобразованная медианная средняя	100	82,49	92,55	91,78	91,71
Преобразованная и исправленная медианная средняя	100	84,29	96,65	98,02	94,74
Сезонная волна	105,55	88,97	102,02	103,46	100

На рисунке 1.6 представлена построенная сезонная волна предложения на республиканском рынке труда.

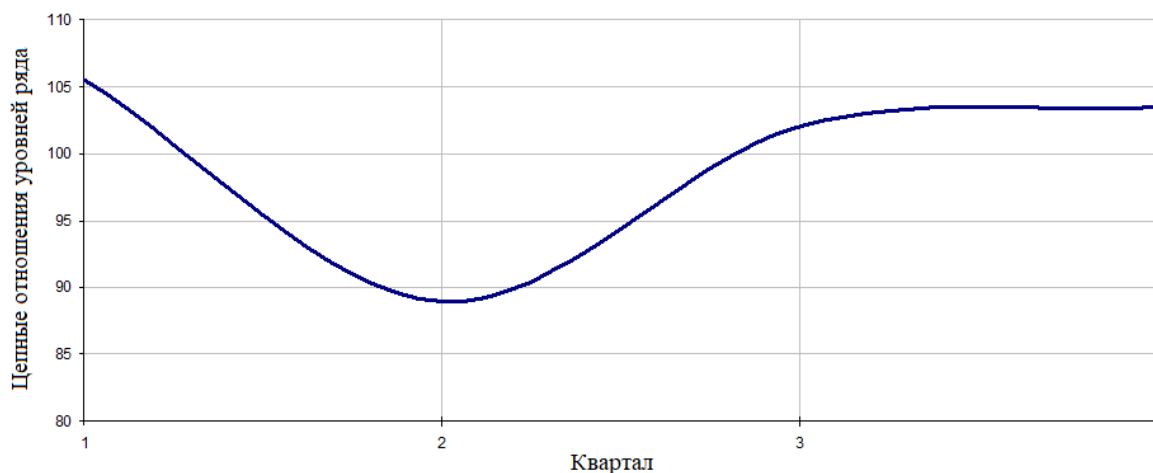


Рисунок 1.6 – Сезонная волна предложения рабочей силы на рынке труда Республики Беларусь

Линия тренда сезонной волны представлена полиномом третьей степени:

$$Y = -6,8747x^3 + 56,068x^2 - 136,67x + 193,03.$$

Анализ графика сезонности отразил снижение количества желающих сменить работу во втором квартале, оживление рынка труда со стороны предложения в третьем и стабильный уровень предложения – в четвертом.

На основании данных оживления и спада предложения на рынке труда полученные результаты исследования позволят работодателям:

- эффективно разрабатывать стратегию привлечения новых сотрудников;
- минимизировать бюджет рекрутинга;
- выбирать месяц подачи объявления о вакансиях.

Перспективными направлениями для будущих исследований могут стать:

- составление прогнозов изменения предложения на рынке труда в зависимости от уровня образования и компетенций соискателей;
- поиск корреляции между спросом на навыки и трудоустройством в зависимости от комбинации навыков у работника (указанных в его резюме),
- формирование графической базы данных в странах, не использующих таксономию ЕС для получения возможности корректного сравнения.

Рынок труда является одним из ключевых индикаторов экономического развития страны, а его анализ позволяет выявить важные тенденции и закономерности в экономике. В Республике

Беларусь наблюдается региональная дифференциация рынка труда, которая проявляется в различной динамике вакансий по регионам и уровням образования. Особый интерес представляет изучение сезонности и корреляционных связей между различными характеристиками рынка труда, что позволяет лучше понять его структуру и особенности функционирования.

Таким образом, целью дальнейшего исследования являлся анализ динамики и сезонности рынка труда Республики Беларусь в разрезе регионов и уровней образования для выявления ключевых закономерностей и взаимосвязей.

При этом решались следующие задачи исследования:

1. исследовать общую динамику вакансий по регионам Республики Беларусь и определить основные тенденции их изменения;
2. выявить и проанализировать сезонные паттерны на рынке труда для различных регионов и уровней образования;
3. провести корреляционный анализ между регионами и уровнями образования для определения степени их взаимосвязи;
4. применить метод главных компонент (РСА)<sup>2</sup> для выявления скрытых закономерностей в сезонности рынка труда;
5. определить основные кластеры сезонности и охарактеризовать их особенности;
6. сформулировать выводы о характере и специфике функционирования рынка труда Республики Беларусь.

На рисунке 1.7 представлена динамика рынка труда Республики Беларусь за 2021–2022 г. (по июль), послужившая базой данных проводимого исследования.

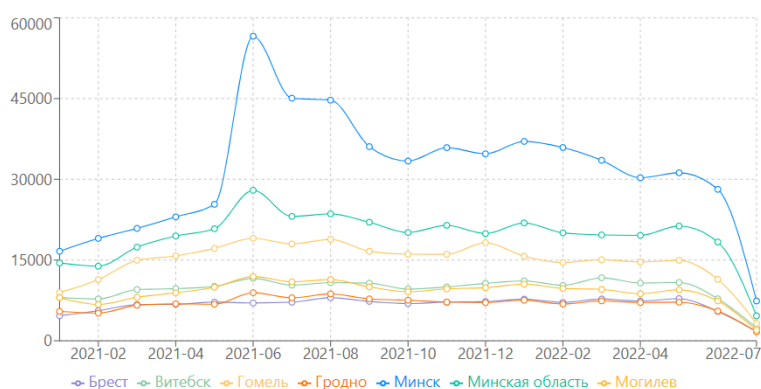


Рисунок 1.7 – Динамика вакансий по регионам Республики Беларусь и г. Минску за 2021–2022 г.

Источник: Belmeta.com

<sup>2</sup> Метод главных компонент (Principal Component Analysis, PCA) – это метод снижения размерности данных, который преобразует большой набор переменных в меньший, сохраняя при этом максимум важной информации.

Анализ общей динамики показал: наблюдается рост количества вакансий с января 2021 по май–июнь 2021 года, после июня 2021 года видно некоторое снижение и стабилизация количества вакансий. Резкое падение количества вакансий присутствует в июле 2022 года во всех регионах.

При этом отмечена сезонность – пики активности приходятся на весенне-летний период (май–июнь), а спады – на зимние месяцы.

Выявленные аномалии исследования:

- в июне 2021 года наблюдается резкий скачок количества вакансий в Минске;

- резкое падение количества вакансий в июле 2022 года во всех регионах (может быть связано с экономическими факторами).

Определена корреляция между регионами:

- все регионы показывают сильную положительную корреляцию друг с другом (от 0,76 до 0,99), что указывает на общую тенденцию в динамике вакансий по всей стране;

- наиболее сильная корреляция наблюдается между Витебским и Могилевским регионом (0,99), а также между Гродненским и Могилевским (0,99);

- г. Минск показывает несколько более слабую корреляцию с другими регионами (от 0,76 до 0,89), что может указывать на некоторые уникальные тенденции на рынке труда столицы.

Выявлена корреляция между уровнями образования:

- высшее, среднее, среднее специальное и профессионально-техническое образование показывают очень сильную корреляцию друг с другом (от 0,96 до 0,99);

- общее базовое образование имеет более слабую корреляцию с другими уровнями образования (от 0,67 до 0,77), что может указывать на отдельные тенденции в вакансиях, не требующих специального образования.

Корреляция между регионами и уровнями образования:

- высшее образование имеет сильную корреляцию со всеми регионами (от 0,92 до 0,98), что указывает на стабильный спрос на специалистов с высшим образованием во всех областях;

- среднее, среднее специальное и профессионально-техническое образование также показывают сильную корреляцию со всеми регионами (от 0,83 до 0,99);

- общее базовое образование имеет более слабую корреляцию со всеми регионами (от 0,68 до 0,77), что может указывать на меньшую зависимость вакансий для неквалифицированного труда от общих тенденций рынка.

Категория образования «Не указано» показывает очень сильную корреляцию с г. Минском (0,99) и Минской областью (0,96), но более слабую с другими регионами. Это может указывать на то, что в

столичном регионе чаще встречаются вакансии без указания требуемого уровня образования.

Рынок труда в Республике Беларусь демонстрирует высокую степень однородности между регионами и уровнями образования. Тенденции в спросе на специалистов с высшим, средним и профессионально-техническим образованием схожи во всех регионах. Город Минск и Минская область имеют некоторые уникальные характеристики, особенно в отношении вакансий без указания требуемого уровня образования. Вакансии для работников с общим базовым образованием могут иметь свою собственную динамику, менее связанную с общими тенденциями рынка труда.

На рисунке 1.8 приведено сравнение сезонности вакансий по регионам Республики Беларусь и г. Минску.

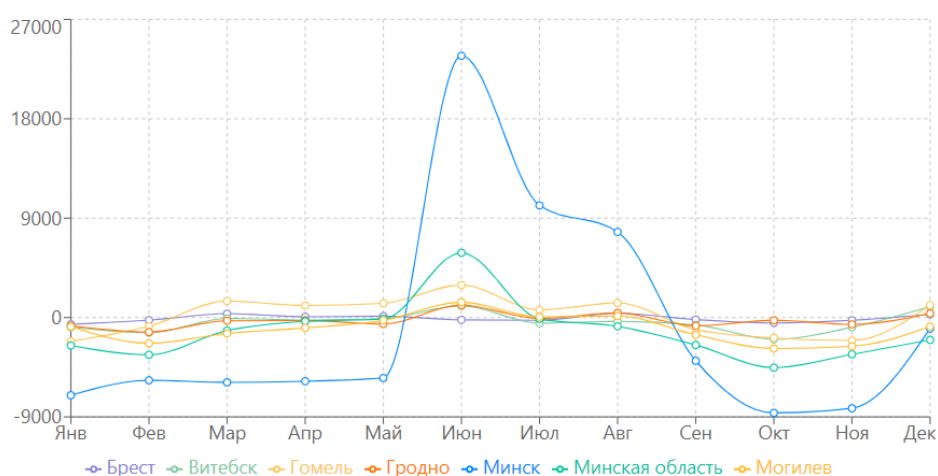


Рисунок 1.8 – Сезонность спроса рынка труда на рабочую силу по регионам Республики Беларусь и г. Минску, 2021–2022 г.

В результате анализа данных рисунка 1.7 установлены следующие сезонные тренды:

– г. Минск показывает самую выраженную сезонность с огромным пиком в июне, имеет глубокий спад с октября по май. Амплитуда сезонных колебаний значительно больше, чем у других регионов;

– Минская область следует похожему тренду, что и г. Минск, но с меньшей амплитудой. Имеет сильный пик в июне и спад в зимние месяцы;

– Гомельский регион демонстрирует более сглаженную сезонность по сравнению с Минским регионом. Имеет положительные сезонные эффекты с марта по август. Показывает спад в зимние месяцы, особенно в январе и ноябре;

– г. Брест и Брестская область имеет наименее выраженную сезонность среди всех регионов. Показывает небольшие пики в марте и августе. Демонстрирует небольшой спад в январе и октябре;

– Витебский регион имеет заметный пик в июне и декабре. Показывает сильный спад в феврале и октябре;

– Гродно демонстрирует умеренную сезонность с пиком в июне. Имеет спад в зимние месяцы, особенно в феврале.

– Могилевский регион показывает выраженный пик в июне. Имеет глубокий спад с октября по март.

Минск и Минская область демонстрируют наиболее выраженную сезонность, что может быть связано с более динамичным рынком труда в столичном регионе и большим влиянием сезонных факторов на экономическую активность.

Все регионы показывают положительный сезонный эффект в летние месяцы, особенно в июне. Это может быть связано с активизацией сезонных работ, началом летних проектов и выходом на рынок труда выпускников учебных заведений. Зимние месяцы (особенно январь и февраль) характеризуются отрицательным сезонным эффектом во всех регионах, что может быть обусловлено замедлением экономической активности после новогодних праздников и сезонным спадом в некоторых отраслях.

Региональные различия в сезонности могут отражать особенности местной экономики. Например, регионы с более развитым сельским хозяйством или туризмом могут показывать более выраженную летнюю сезонность. Брестский регион демонстрирует наименее выраженную сезонность, что может указывать на более стабильный рынок труда в этом регионе или меньшую зависимость от сезонных факторов.

На рисунке 1.9 представлены данные о сезонности вакансий в разрезе уровня образования.

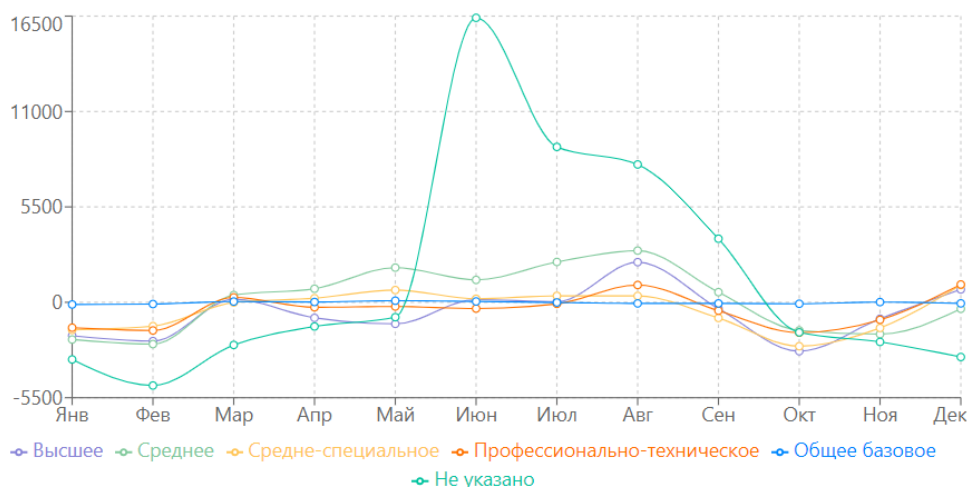


Рисунок 1.9 – Сезонность спроса рынка труда на рабочую силу в разрезе требуемого уровня образования, 2021–2022 г.

Выявлены следующие сезонные тренды для различных уровней образования в Беларуси:

- высшее образование показывает выраженную сезонность с пиком в августе. Имеет глубокий спад в октябре и феврале. Наблюдается небольшой положительный эффект в июне и декабре;

- среднее образование демонстрирует сильную сезонность с пиком в августе. Имеет продолжительный положительный эффект с апреля по сентябрь. Показывает спад в зимние месяцы, особенно в феврале;

- среднее специальное образование имеет менее выраженную сезонность по сравнению с высшим и средним образованием. Показывает пик в декабре и небольшой пик в августе. Демонстрирует спад в октябре и феврале;

- сезонность профессионально-технического образования похожа на сезонность среднего специального образования. Имеет пики в августе и декабре. Показывает спад в феврале и октябре;

- общее базовое образование демонстрирует наименее выраженную сезонность среди всех уровней образования. Имеет небольшой пик в мае. Сезонные колебания минимальны по сравнению с другими уровнями образования;

- категория образования «Не указано» показывает самую выраженную сезонность с огромным пиком в июне–августе. Имеет глубокий спад в зимние месяцы, особенно в феврале.

Различные уровни образования демонстрируют разные паттерны сезонности, что может отражать специфику спроса на рынке труда для разных категорий работников. Высшее и среднее образование показывают схожие тренды с пиком в августе, что может быть связано с выходом на рынок труда выпускников вузов и школ. Среднее специальное и профессионально-техническое образование имеют более сглаженную сезонность с пиками в августе и декабре. Это может отражать специфику спроса на специалистов среднего звена в различных отраслях. Общее базовое образование демонстрирует минимальную сезонность, что может указывать на стабильный спрос на неквалифицированный труд в течение года.

Категория «Не указано» показывает экстремальную сезонность с огромным летним пиком. Это может быть связано с сезонными работами, где уровень образования не является ключевым требованием (например, в сельском хозяйстве, строительстве или туризме).

Зимние месяцы (особенно февраль) характеризуются спадом для большинства уровней образования, что может быть связано с общим замедлением экономической активности после новогодних праздников.

На рисунке 1.10 отражена тепловая карта корреляционного анализа между сезонностью спроса на рынке труда по регионам

Республики Беларусь и г. Минском и уровнем образования, требуемого работодателями.

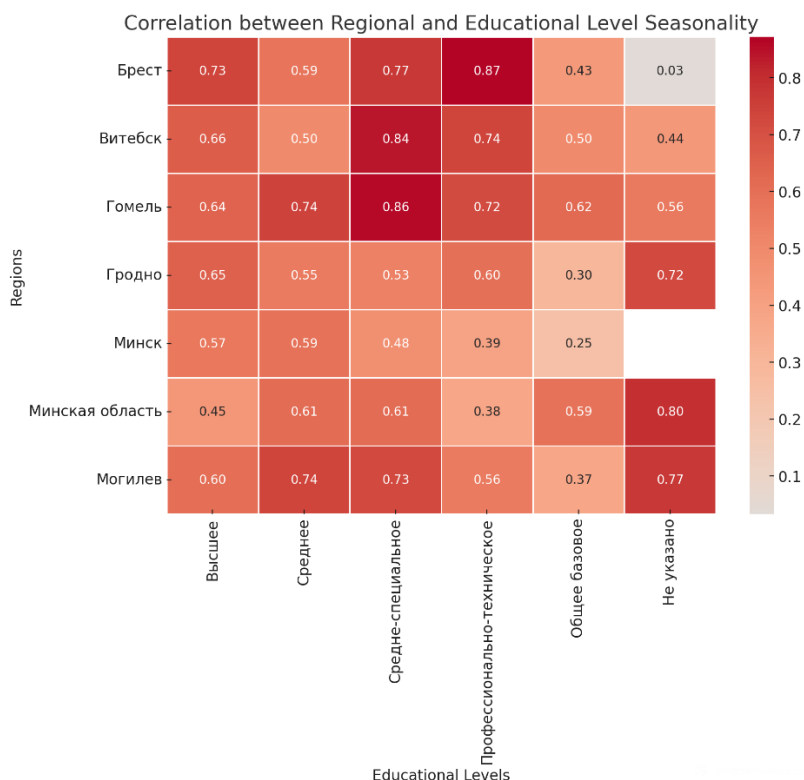


Рисунок 1.10 – Тепловая карта корреляционного анализа сезонности спроса на рынке труда по регионам Республики Беларусь и г. Минском и уровнем требуемого образования

Корреляционный анализ сезонности спроса на рынке труда по регионам Республики Беларусь и г. Минском и уровнем требуемого образования показал следующее:

- высшее образование имеет сильную корреляцию ( $> 0,8$ ) со всеми регионами. Наиболее сильная корреляция с г. Минском и Минской областью (0,89). Это указывает на схожесть сезонных трендов для вакансий, требующих высшего образования, во всех регионах;

- корреляция среднего образования варьируется от умеренной до сильной (0,66 – 0,89). Наиболее сильная корреляция с Гомельским регионом (0,89) и Минской областью (0,84). Более слабая корреляция с Витебском (0,66) и Могилевом (0,70);

- среднее специальное образование демонстрирует сильную корреляцию ( $> 0,8$ ) со всеми регионами. Наиболее сильная корреляция с Гомелем и Могилевом (0,88). Это говорит о согласованности сезонных паттернов для этого уровня образования по всей стране;

- профессионально-техническое образование показывает сильную корреляцию ( $> 0,8$ ) со всеми регионами. Наиболее сильная корреляция с

Витебским и Могилевским регионами (0,90). Немного более слабая корреляция с г. Минском (0,80) и Гомельской областью (0,81).

– общее базовое образование демонстрирует слабую корреляцию со всеми регионами (0,15 – 0,31). Наиболее сильная корреляция с Гомелем (0,31), наиболее слабая с Витебском (0,15). Это указывает на то, что сезонность вакансий для неквалифицированного труда мало связана с общими региональными трендами;

– категория образования «Не указано» показывает сильную корреляцию со всеми регионами, особенно с г. Минском (0,98) и Минской областью (0,95). Более слабая, но все еще значительная корреляция с Брестским регионом (0,63). Это может отражать сходство в сезонных паттернах для вакансий, где уровень образования не является ключевым требованием, особенно в столичном регионе.

Ключевые выводы проведенного анализа сезонности спроса рынка труда Республики Беларусь в разрезе регионов и уровней образования:

– существует сильная связь между сезонными паттернами регионов и уровнем образования, особенно для высшего, среднего и среднего специального образования,

– г. Минск и Минская область показывают наиболее сильные корреляции со всеми уровнями образования, что может указывать на более выраженную и согласованную сезонность на рынке труда в столичном регионе,

– общее базовое образование демонстрирует слабую связь с региональными трендами, что может говорить о более стабильном спросе на неквалифицированный труд в течение года,

– категория образования «Не указано» имеет сильную корреляцию с большинством регионов, особенно с г. Минском, что может отражать общие тренды для сезонных работ и временных вакансий.

Проведено математическое моделирование взаимосвязи выявленной сезонности спроса рынка труда Республики Беларусь по уровню образования и региональному аспекту. При этом использовался метод главных компонент (РСА), который позволяет визуализировать многомерные данные в двумерном пространстве, сохраняя при этом наибольшую вариацию данных.

Шаги применения метода главных компонент:

- центрирование данных;
- вычисление корреляционной матрицы;
- вычисление собственных значений и векторов;
- сортировка компонент;
- проекция данных.

Математическое описание

Пусть  $X$  – матрица данных размером  $n \times p$ , где  $n$  – число наблюдений,  $p$  – число переменных.

Центрирование:  $\bar{X} = X - \mu$ , где  $\mu$  – вектор средних значений.

Ковариационная матрица:  $\Sigma = (1/(n-1)) \bar{X}^T \bar{X}$

Собственные значения и векторы:  $\Sigma v = \lambda v$ , где  $\lambda$  – собственное значение,  $v$  – собственный вектор.

Главные компоненты:  $Y = \bar{X}V$ , где  $V$  – матрица собственных векторов.

В таблицах 1.9–1.11 представлены данные по определению корреляции сезонности в разрезе регионов Беларуси.

Таблица 1.9 – Фрагмент корреляционной матрицы (первые 5 строк и столбцов)

Регион/Уровень	Брестский	Витебский	Гомельский	Гродненский	Минский
Брестский	1,000	0,851	0,843	0,836	0,627
Витебский	0,851	1,000	0,852	0,977	0,701
Гомельский	0,843	0,852	1,000	0,853	0,795
Гродненский	0,836	0,977	0,853	1,000	0,694
Минский	0,627	0,701	0,795	0,694	1,000

Получены собственные значения:

$$\lambda_1 = 8,724,$$

$$\lambda_2 = 2,156,$$

$$\lambda_3 = 0,891,$$

$$\lambda_4 = 0,423,$$

$$\lambda_5 = 0,312.$$

Таблица 1.10 – Первые два собственных вектора (PC1 и PC2), соответствующие двум наибольшим собственным значениям

Компонента	PC1	PC2
1	-0,283	-0,152
2	-0,291	-0,178
3	-0,302	-0,043
4	-0,292	-0,161
5	-0,280	0,324

Таблица 1.11 – Проекция первых 5 точек на первые две главные компоненты

Регион/Уровень	PC1	PC2
Брестский	-2,145	-0,876
Витебский	-2,578	-1,234
Гомельский	-3,124	0,567
Гродненский	-2,489	-1,102
Минский	-5,678	3,456

На рисунке 1.11 приведен анализ взаимосвязи сезонности спроса рынка труда Республики Беларусь в разрезе уровня образования и регионального аспекта.

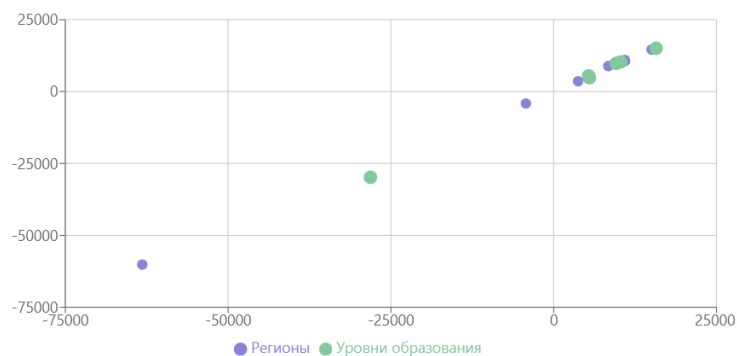


Рисунок 1.11 – Взаимосвязь сезонности спроса рынка труда Республики Беларусь в разрезе уровня образования и регионального аспекта, 2021–2022 гг.

Анализ полученных данных показал, что:

- большинство регионов Беларуси и уровней образования расположены относительно близко друг к другу, что подтверждает результаты корреляционного анализа о схожести сезонных паттернов;

- г. Минск и категория образования «Не указано» выделяются и расположены дальше от остальных точек, что указывает на их уникальные сезонные паттерны;

- общее базовое образование также может выделяться, подтверждая его слабую корреляцию с другими категориями.

На рисунке 1.12 отображен график собственных значений (Scree Plot).

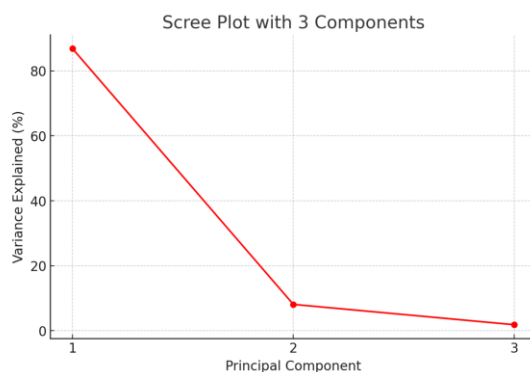


Рисунок 1.12 – График собственных значений (Scree Plot)

Интерпретация графика собственных значений (Scree Plot):

- ось X представляет главные компоненты в порядке убывания их значимости;

- ось Y показывает собственные значения, которые отражают количество вариации, объясняемой каждой компонентой;

- крутой спад на графике указывает на точку, после которой дополнительные компоненты объясняют значительно меньше вариации;
- первые две компоненты объясняют большую часть вариации в данных.

На рисунке 1.13 приведен анализ первых двух главных компонент.

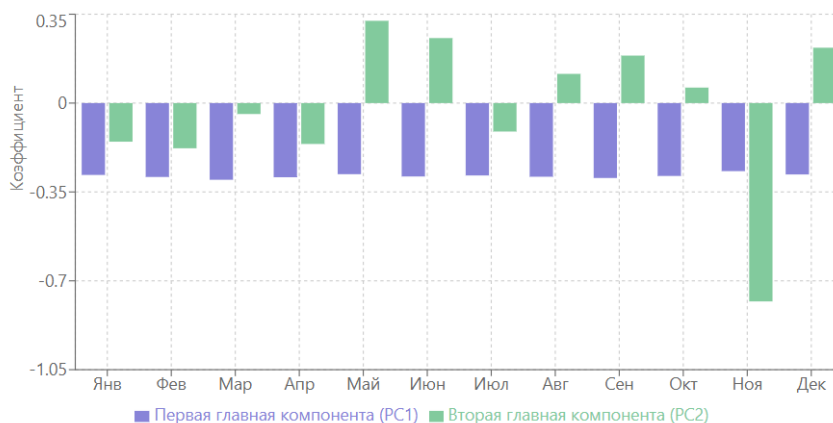


Рисунок 1.13 – Анализ первых двух главных компонент

Первые две главные компоненты объясняют 84,3 % общей дисперсии данных: PC1 – 67,1 %, PC2 – 17,2 %.

PC1 интерпретируется как общий сезонный тренд, характерный для большинства регионов и уровней образования, и может помочь выявить регионы или уровни образования с наиболее или наименее выраженными сезонными колебаниями. PC2 отражает контраст между сезонами или «специфический сезонный паттерн». Регионы или уровни образования с высокими значениями по обеим компонентам будут иметь сильно выраженную сезонность с ярким летним пиком, в то время как те, у которых низкие значения по обеим компонентам, будут иметь менее выраженную сезонность.

Рисунок 1.14 представляет собой расширенный график собственных значений (Scree Plot).

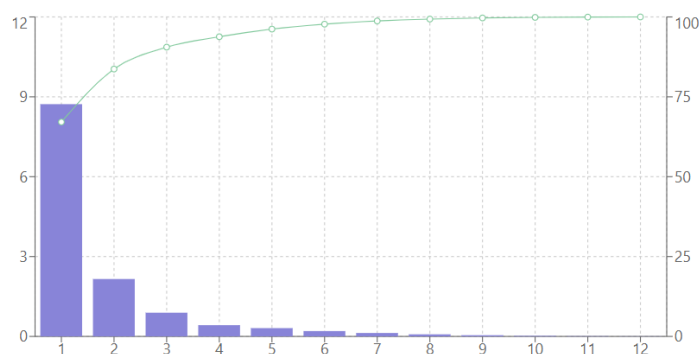


Рисунок 1.14 – Расширенный график собственных значений

Собственные значения на рисунке 1.14 (столбцы диаграммы):

- первая главная компонента имеет самое большое собственное значение (8,724), что указывает на то, что она объясняет наибольшую долю вариации в данных;

- наблюдается резкое падение собственных значений после первых двух компонент;

- последующие компоненты имеют значительно меньшие собственные значения, что указывает на их меньший вклад в объяснение общей вариации данных.

Кумулятивная объясненная дисперсия (линия на диаграмме) – эта линия показывает, какой процент общей вариации данных объясняется нарастающим итогом при добавлении каждой следующей главной компоненты.

Первые две главные компоненты объясняют около 84 % общей вариации:  $67,1 \% + 17,2 \% \approx 84,3 \%$ .

После второй компоненты у кривой начинает снижаться наклон, что указывает на уменьшение вклада последующих компонент.

Интерпретация:

- точка перегиба на графике наблюдается после второй компоненты, что подтверждает выбор – использовать первые две главные компоненты для анализа;

- первые две компоненты объясняют большую часть вариации (84,3 %), что является хорошим показателем для двумерной визуализации данных;

- остальные компоненты вносят относительно небольшой вклад в объяснение вариации и могут представлять шум в данных.

Выводы для анализа:

- использование первых двух главных компонент является обоснованным, так как они аккумулируют большую часть информации в данных;

- последующие компоненты могут быть проигнорированы без существенной потери информации, что позволяет значительно уменьшить размерность данных.

*Практическое значение:* график подтверждает, что можно эффективно анализировать сезонные паттерны вакансий в Республике Беларусь, используя только две главные компоненты, что упрощает интерпретацию результатов и позволяет визуализировать данные в двумерном пространстве без значительной потери информации.

Таким образом, построенный расширенный Scree Plot предоставляет статистическое обоснование для подхода к анализу данных и подтверждает возможность использования двух главных компонент для изучения сезонности вакансий в разрезе регионов и уровней образования в Республике Беларусь.

Далее строилась диаграмма рассеяния PCA<sup>3</sup>, показывающая проекцию данных на первые две главные компоненты. Каждая точка диаграммы представляет регион или уровень образования (рис. 1.15).

3D PCA Scatter Plot with 3 Components for Seasonality of Job Vacancies

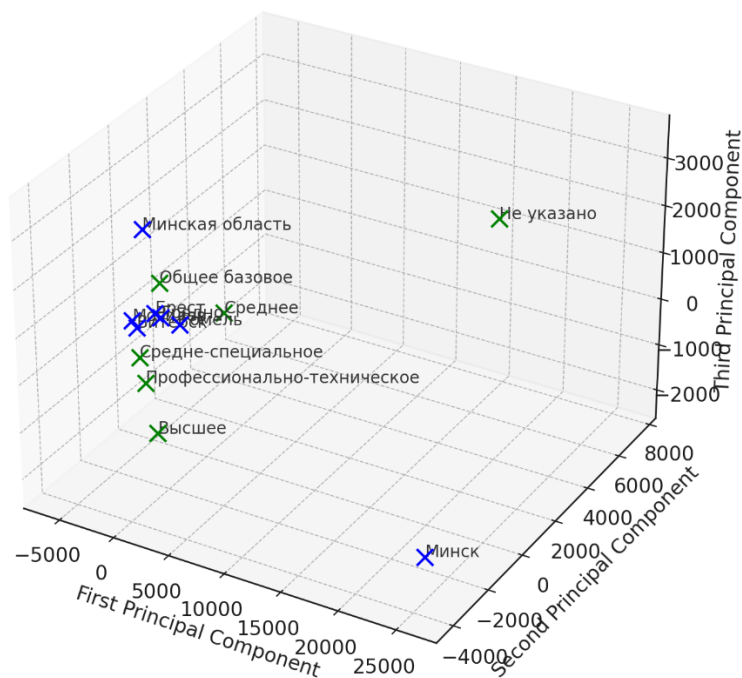


Рисунок 1.15 – Диаграмма рассеяния

Из графика 1.15 видно, что большинство точек сгруппированы вместе, это указывает на схожесть сезонных паттернов. Город Минск и категория образования «Не указано» выделяются, что подтверждает их уникальные сезонные характеристики.

При этом можно выделить три основных кластера:

- 1) г. Минск и категория «Не указано» – сильная сезонность;
- 2) Минская область и Гомельский регион – умеренная сезонность;
- 3) остальные регионы и уровни образования – менее выраженная сезонность.

Уровни образования (кроме «Не указано» и «Общее базовое») расположены близко к кластеру регионов с менее выраженной сезонностью.

На рисунке 1.16 представлена тепловая карта корреляций в разрезе региона и уровня образования.

<sup>3</sup> Диаграмма рассеяния PCA (PCA scatter plot) – это визуализация данных в пространстве первых двух главных компонент (PC1 и PC2), где каждая точка представляет собой наблюдение. График показывает, как образцы распределены относительно друг друга после сокращения размерности методом PCA.

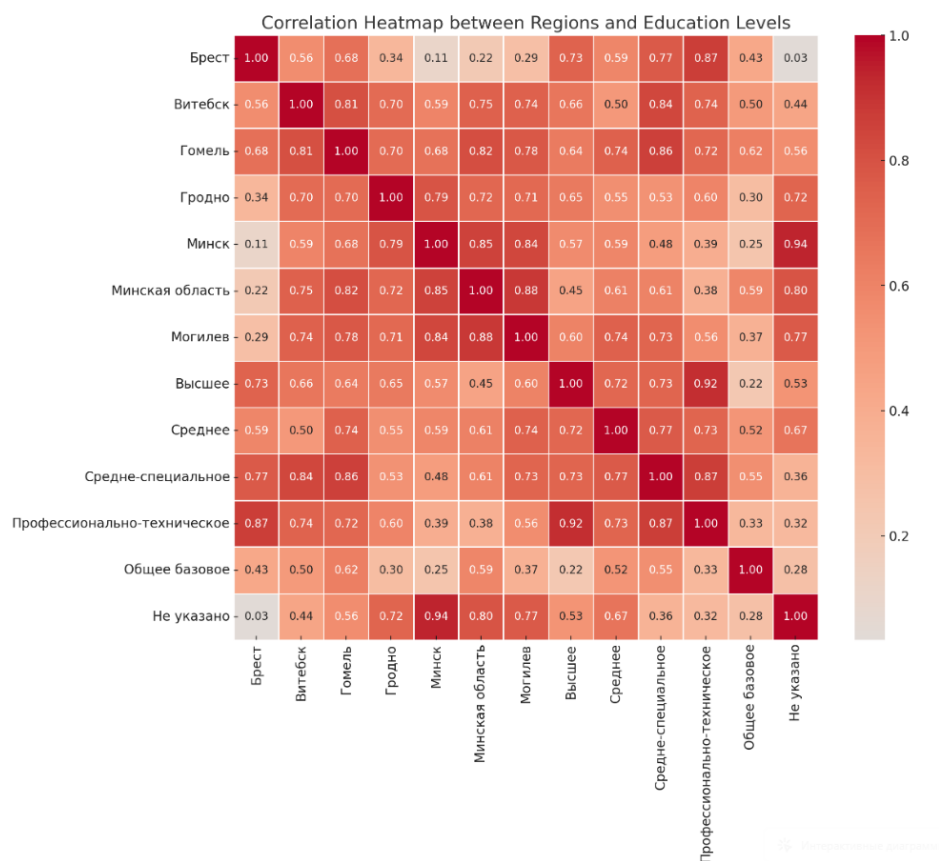


Рисунок 1.16 – Тепловая карта корреляций в разрезе региона и уровня образования

Тепловая карта корреляций является визуализацией корреляции между всеми парами регионов и уровней образования. Более темные цвета квадратов на ней указывают на более сильную корреляцию. По карте видно, что большинство ячеек имеют темный цвет, это подтверждает сильную корреляцию между большинством регионов и уровней образования. Строка и столбец, соответствующие общему базовому образованию, имеют более светлый цвет, что указывает на его слабую корреляцию с другими категориями.

Вывод о сезонности и динамике рынка труда в Республике Беларусь:

- общая динамика рынка труда демонстрирует тенденцию роста с января по май–июнь 2021 года, после чего наблюдается некоторое снижение и стабилизация. Важно отметить аномальное резкое падение количества вакансий в июле 2022 года во всех регионах, что может быть связано с экономическими факторами;

- анализ выявил наличие сезонности на рынке труда Беларуси. Пики активности приходятся на весенне-летний период (май–июнь), а спады – на зимние месяцы. Это подтверждается данными по всем регионам и уровням образования;

– корреляционный анализ показал сильную положительную корреляцию между всеми регионами (от 0,76 до 0,99), что указывает на общую тенденцию в динамике вакансий по всей стране. Наиболее сильная корреляция наблюдается между Витебском и Могилевом (0,99), а также между Гродно и Могилевом (0,99);

– уровни образования также демонстрируют сильную корреляцию между собой. Высшее, среднее, среднее специальное и профессионально-техническое образование показывают очень сильную корреляцию друг с другом (от 0,96 до 0,99). Однако общее базовое образование имеет более слабую корреляцию с другими уровнями (от 0,67 до 0,77), что может указывать на отдельные тенденции в вакансиях, не требующих специального образования;

– анализ методом главных компонент (РСА) подтвердил наличие сезонных паттернов. Первые две главные компоненты объясняют 84,3 % общей дисперсии данных (PC1: 67,1 %, PC2: 17,2 %), что позволяет эффективно анализировать сезонные паттерны вакансий в двумерном пространстве;

– РСА также выявил три основных кластера сезонности:

а) г. Минск и категория образования «Не указано» – сильная сезонность;

б) Минская область и Гомельский регион – умеренная сезонность;

в) остальные регионы и уровни образования – менее выраженная сезонность;

– г. Минск демонстрирует наиболее выраженную сезонность с пиком в июне и глубоким спадом с октября по май. Это может быть связано с более динамичным рынком труда в столичном регионе;

– общее базовое образование показывает наименее выраженную сезонность среди всех уровней образования, что может указывать на стабильный спрос на неквалифицированный труд в течение года.

Рынок труда Республики Беларусь характеризуется высокой степенью однородности между регионами и уровнями образования, с выраженной сезонностью и некоторыми региональными особенностями.

### **1.3 Социальный скринг сотрудников организации и кандидатов на должность**

Многими европейскими организациями при подборе и оценке кадров помимо классических способов (рекрутинг, эксклюзивный поиск, стажировка и обучение молодых кадров (прелиминаринг), поиск и переманивание высококвалифицированных специалистов (хедхантинг); собеседование, тестирование и т. д.) все чаще

применяются современные методы, использующие возможности искусственного интеллекта и позволяющие экономить человеческие, временные и финансовые ресурсы. Среди таких методов выделяется социальный скоринг – вид скоринга, способный оценить кандидата на должность по социальным характеристикам и спрогнозировать его поведение с помощью анализа присутствия в социальных сетях. Скоринг интернет-ресурсов позволяет проверить информацию в резюме кандидата на достоверность, получить общие психологические характеристики личности соискателя, просчитать риски.

Среди достоинств данного метода оценки кандидата можно выделить:

- естественный характер представления информации;
- минимальные временные затраты для анализа кандидатуры;
- экономичность, т. е. отсутствие дополнительных затрат на приобретение компанией специальных тестовых заданий.

При проведении социального скоринга используется технология оперативной психодиагностики, дающая возможность по визуальной и текстовой информации о человеке выявлять особенности его профориентации, мотивации, управления и карьерного роста (кадровый профайлинг), позволяющая:

- оценить степень готовности соискателя выполнять круг профессиональных обязанностей должности, на которую он претендует;
- дать оценку соответствия действующего сотрудника занимаемой должности;
- эффективно формировать кадровый резерв с последующим назначением на вышестоящие должности (по определению особенностей характера претендента на должность, ведущего психотипа с базовой эмоцией, метапрограммного профиля, фокусов языка, архетипа).

В настоящее время для кадрового профайлинга наиболее перспективными считаются его цифровые технологии – электронные решения, помогающие считывать информацию с человека или его социальной страницы (контента) и анализирующие эмоции, личностные качества, характер и темперамент.

Особую известность в кадровом консалтинге и психодиагностике персонала приобрели программные продукты на основе методик: «LAB-profile», «Search Inform Profile Center» и «CEB SHL».

Обобщение информации о программных продуктах на основе современных методик подбора и оценки кадров позволяет описать технологию применения искусственного интеллекта при сборе информации о кандидате на должность через его аккаунты в социальных сетях (рис. 1.17).

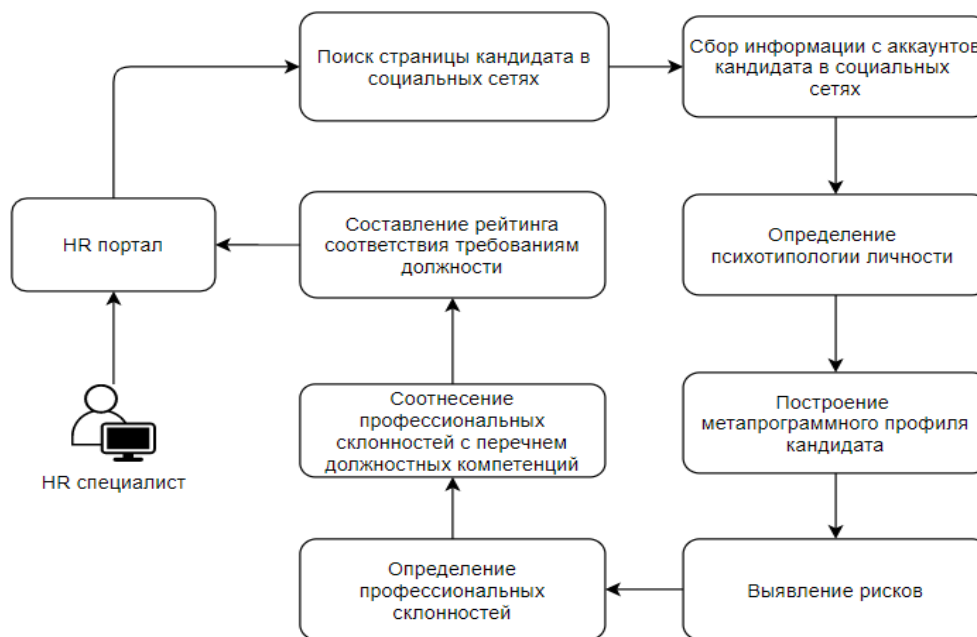


Рисунок 1.17 – Технология применения искусственного интеллекта при сборе информации о кандидате с аккаунтов социальных сетей

Так, при подборе потенциальных кандидатов на рабочие места с целью автоматизации процесса сбора информации из социальных сетей, мессенджеров, поисковых систем и специализированных баз данных, ее анализа и формирования отчета о личностных (природные и социальные), профессиональных (навыки и знания) и управленческих (лидерство и администрирование) компетенциях правомерно предложить авторский программный продукт «HR Analytics» на базе искусственного интеллекта (рис. 1.18).

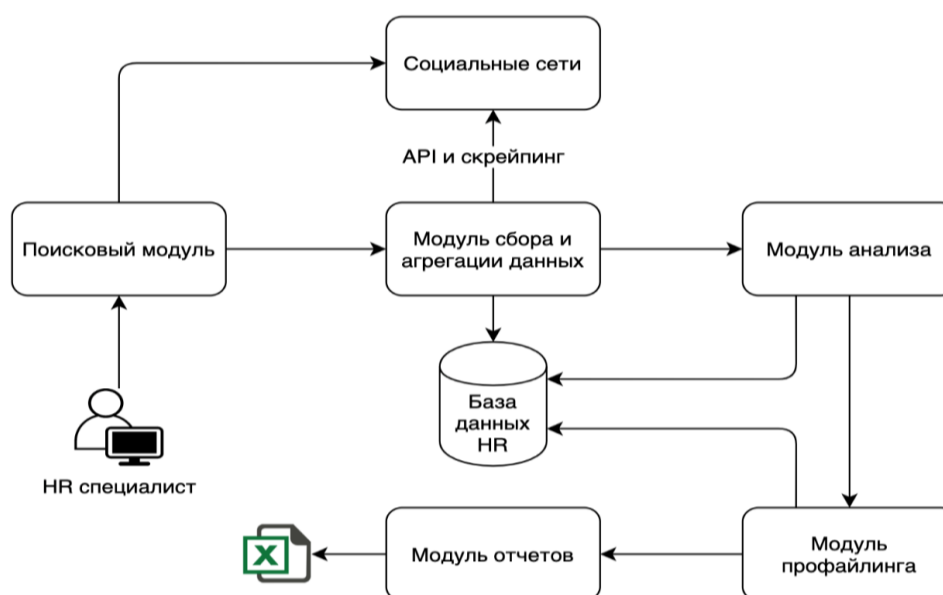


Рисунок 1.18 – Архитектура программного продукта «HR Analytics»

Программный продукт «HR Analytics» включает пять логических модулей.

*Поисковый модуль (Social Media Search)* предназначен для обнаружения информации о кандидате в интернет-пространстве с помощью специализированных программных продуктов «Find Face» (поиск через фотографию пользователя), «Pipl» (поиск по номеру телефона, электронной почте, имени), «Login.stop-list.info» (поиск по никнейму).

*Модуль сбора и агрегации данных (Social Media Collecting)* извлекает информацию из обнаруженных источников программой, разработанной на языке «Python».

Перечень агрегируемых данных о пользователе представлен на рисунке в виде социального графа – графа, узлы которого представлены социальными объектами (пользовательскими профилями с различными атрибутами), а ребра – социальными связями между ними (рис. 1.19).

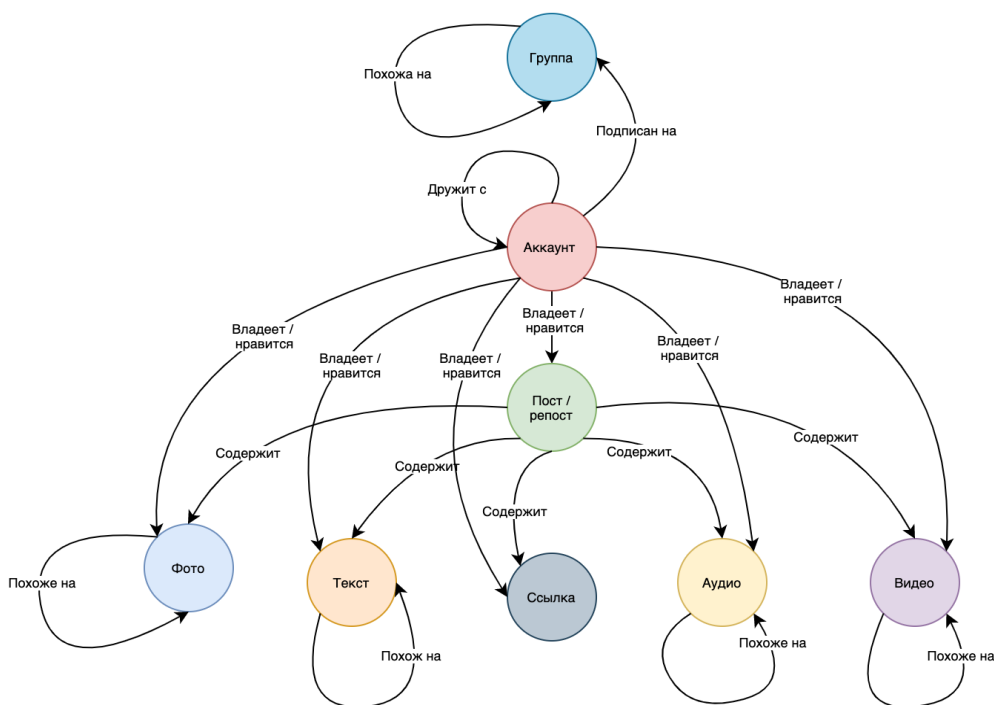


Рисунок 1.19 – Социальный граф структуры пользовательских данных социальной сети

Сбор социальных данных осуществляется с использованием:

– публичных API социальных сетей. API социальных сетей – это прикладной программный интерфейс, используемый для взаимодействия с внешними системами;

– подходов скрейпинга информации с помощью фреймворка «Scrapy». Фреймворк «Scrapy» – это скоростной высокоуровневый

фреймворк веб-скрейпинга, применяемый для сканирования веб-сайтов и извлечения структурированных данных из их страниц.

Собранные сведения поступают и сохраняются в базе данных «MongoDB» – системе документо-ориентированных баз данных, относящейся к семейству систем NoSQL и позволяющей сохранять структурированные данные в виде документов в формате JSON.

Анализ работ исследователей, занимающихся установлением соответствия информации из аккаунтов в социальных сетях с психологическими характеристиками их владельцев [25–29], позволяет составить алгоритм сбора и обработки пользовательских данных (рис. 1.20).

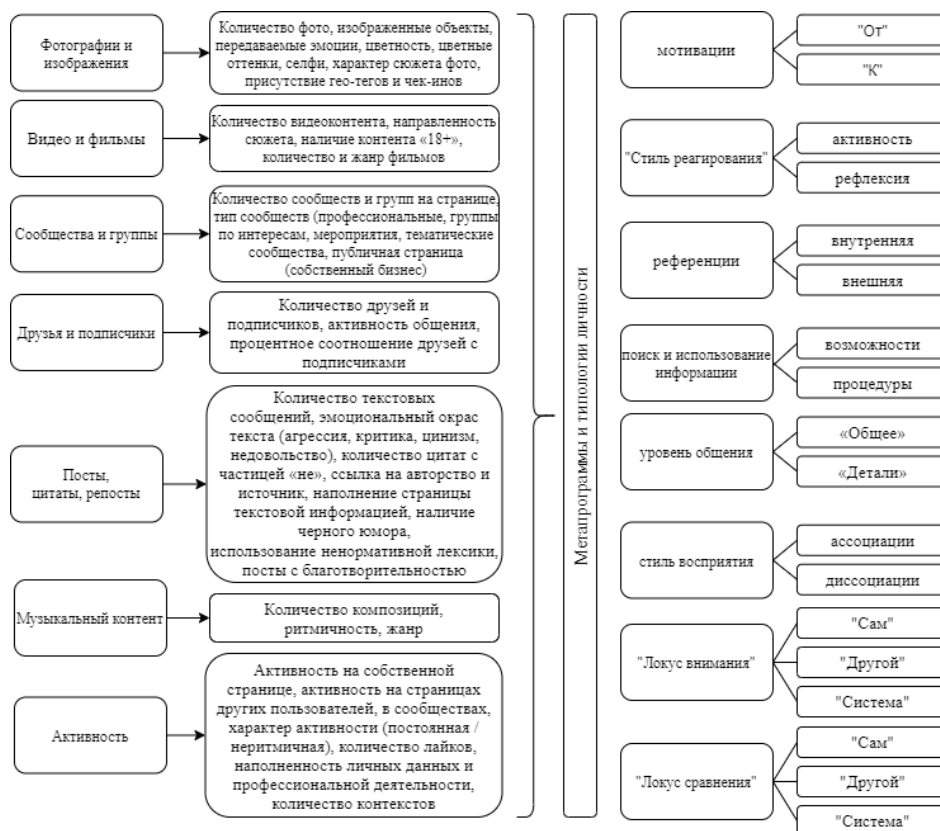


Рисунок 1.20 – Алгоритм сбора и обработки нейронной сетью пользовательских данных из социальных сетей

*Модуль анализа (Social Media Analysis).* Выбор методики анализа объектов социальной сети осуществлялся исходя из предположения о том, что предпочтенная человеком профессия соответствует его личности, ценностям и интересам. Совместные исследования технологического университета Сиднея и Мельбурнского университета по установлению взаимосвязи между профессией и чертами характера, выявленными через электронные следы в социальных сетях, подтверждают данную теорию [25]. По результатам исследования установлено, что люди одной профессии имеют схожие черты

характера, т. е. возможно составить перечень личностных качеств, присущих определенной профессии и должности. Классическим инструментом классификации личностных качеств, примененным в исследованиях, является пятифакторная модель личности Л. Голдберга (модель «Большая пятерка»), предполагающая, что человек обладает пятью общими и относительно независимыми чертами: экстраверсией – интроверсией, доброжелательностью – агрессивностью, добросовестностью – несознательностью, нейротизмом – эмоциональной стабильностью, открытостью опыту – закрытостью.

Как показал анализ работ по установлению соответствия информации из аккаунтов в социальных сетях с психологическими характеристиками их владельцев, большинство проведенных исследований основано на применении модели «Большая пятерка» [26–29]. Однако на сегодняшний день разработана расширенная классификация черт и личностных качеств человека «Метапрограммы личности» (базовые фильтры восприятия человека и фокусирования его внимания, которые применяются ко всему спектру опыта и определяют образ мышления, актуальные ценностные ориентации, личностные качества, стереотипное поведение, привычки, принципы и образ жизни), позволяющая разграничивать профессиональные характеристики даже смежных профессий [30]. Т. е. модуль анализа соотносит собранную информацию по формальным признакам с метапрограммами личности. Наличие корреляции между социальными данными и личностными характеристиками доказано рядом исследований [31–34]. В таблице 1.12 приведены выявленные соответствия данных из аккаунтов социальных сетей метапрограммам.

Таблица 1.12 – Соответствие социальных данных метапрограммам личности

<b>Метапрограмма мотивации</b>	
<i>Мотивация ОТ</i>	<i>Мотивация К</i>
Преобладают цитаты и посты с применением частицы «не-»	Предпочтения отданы ритмичной музыке
На фото в большом количестве присутствует темный цвет	На фото превалируют яркие цвета
В постах много критики, цинизма, недовольства, черного юмора	Членство в группах «Стань успешным»
Цитаты с нересурсной картиной мира	Цитаты с ресурсной картиной мира
Убеждения и установки: «Мой дом – моя крепость», «Лучше синица в руках, чем журавль в небе», «Не надо никуда идти – нам там рады не будут», «Бесплатный сыр только в мышеловке»	Убеждения и установки: «Бери от жизни всё. Прямо сейчас», «Если быть, то в чем-то первым», «Жизнь состоит не из проблем, а из их решений!», «Я способен на большее, и поэтому заслуживаю большего»

Продолжение таблицы 1.12

<b>Метапрограмма «Стиль реагирования»</b>	
<i>Активность</i>	<i>Рефлексия</i>
Предпочтения отданы ритмичной, современной, активной музыке	Предпочтения отданы ретро и классической музыке
На фото отражены активные события, занятия, спорт. Представленные события и фото происходят за пределами дома	На фото отражены дом, семья, домашние животные, спокойные места
Пользователь пишет посты, но не делает репосты	Пользователь отвечает на посты, делает репосты
«Неритмичное» ведение страницы	Убеждения и установки: «Тише едешь – дальше будешь», «Лучше меньше, да лучше», «Лучше не сделать ничего, чем сделать неправильно», «Инициатива наказуема»
Убеждения и установки: «Чем дольше мы будем об этом думать, тем меньше у нас будет желания что-либо сделать», «Всё зависит от меня. Я могу и должен позаботиться о себе сам»	
<b>Метапрограмма референции</b>	
<i>Внешняя референция</i>	<i>Внутренняя референция</i>
Преобладают групповые фотографии	Преобладают одиночные фотографии, чаще самого пользователя
Много цитат с указанием авторства	Приводятся цитаты без указания авторства
Расставлены ссылки на источники	Убеждения и установки: «Я сам всё знаю и сам всё решу. Не смейте мне указывать!», «Я всегда прав. Если я не прав, то смотри пункт № 1», «Для того чтобы начать что-то делать, нужно понимать, зачем мне это нужно», «Мне не важно, что вы думаете обо мне. Важно, чтобы вы делали то, что я от вас хочу»
Убеждения и установки: «Если сам гарантированно не знаешь, спроси у другого», «Самое ужасное наказание – игнорирование», «Главное – сохранить хорошие отношения, не ссориться и не конфликтовать»	
<b>Метапрограмма «Поиск и использование информации»</b>	
<i>Возможности</i>	<i>Процедуры</i>
Большое количество интересов, контекстов, фото, музыки, групп, видео	На странице прослеживается 2-3 контекста
Отсутствие конкретики в интересах	Не частое, но регулярное ведение страницы
Огромное количество друзей и подписчиков	Небольшое количество групп, друзей, подписчиков
Убеждения и установки: «Мир предсказуем и структурирован», «Порядок в голове – порядок снаружи», «Всё достаточно просто: есть плохое, есть хорошее; правильное и неправильное; черное и белое»	Убеждения и установки: «Мир непредсказуем, хаотичен и нестабилен», «Всегда есть выбор. Если выбирать не из чего, то я в этом не участвую», «Кто не рискует, тот не пьет шампанское!»

Продолжение таблицы 1.12

<b>Метапрограмма «Уровень общения и конкретизации информации»</b>		
<i>Общее</i>		<i>Детали</i>
Большой, исчерпывающий объем личной информации		Минимальное количество личной информации либо перегруженность ею
Участие в 5–7 группах		Либо полное отсутствие участия в группах, либо сотни групп, цитат, фильмов
Убеждения и установки: «Совпадений и случайностей не бывает», «На некоторые неприятные факты вполне допустимо закрыть глаза, если в целом все устраивает», «За двумя зайцами погонишься – ни одного не поймаешь»		Убеждения и установки: «Закономерности всегда состоят из деталей. Зная детали, всегда можно дойти до сути», «Концентрация на одном направлении не гарантирует того, что это правильное направление», «Не всё в мире так однозначно, как кажется на первый взгляд».
<b>Метапрограмма «Стиль восприятия»</b>		
<i>Ассоциация</i>		<i>Диссоциация</i>
На странице пользователя много постов, интересов		На странице минимальное количество фото, постов, людей, событий
Все посты и фото эмоциональные, выразительные, интригующие		Посты и фото описательные и информационные
Человек естественен на снимках		Фото имеют постановочный характер
Убеждения и установки: «Нет эмоций и чувств – нет жизни», «Не всё можно купить за деньги. Есть вещи гораздо интереснее денег», «Сначала будем проверять всех на лояльность, и только потом – на профессионализм!»		Убеждения и установки: «Логика и интеллект гораздо важнее эмоций и чувствительности», «Держи всех на расстоянии. Тот, кто находится близко, может быть опасен», «Делать несколько дел одновременно? Легко!»
<b>Метапрограмма «Локус сравнения»</b>		
<i>Сходство</i>	<i>Различие</i>	<i>Сходство с различием</i>
Малое количество людей на фото	Отсутствие повторений в цитатах, постах, контекстах	Большое количество людей на фото
На всех фото одни и те же люди		Отсутствует регулярность ведения страницы
На странице прослеживается 2–3 контекста	Одновременное присутствие противоположных по смыслу контекстов	Большое количество контекстов и персон
Все цитаты и контексты схожи	Постоянная смена контекстов, интересов	Контексты и персоны могут не повторяться
Убеждения и установки: «Старый друг лучше новых двух», «Дисциплина и трудолюбие важнее таланта и удачи», «Нам не нужны революции и потрясения. Пусть всё будет так, как есть»	Убеждения и установки: «Чем новее, тем лучше. Чем старее, тем скучнее», «Я не такой, как вы. Я не такой, как вы думаете. Я вообще не такой!», «Мир конкурентен, заботься только о себе»	Убеждения и установки: «Чужого не бери, своего не отдавай», «Поспешешь – людей насмешешь», «Делаю то, что мне даст дивиденды», «Эволюция лучше революции и стагнации»

Окончание таблицы 1.12

Метапрограмма «Локус внимания»		
<i>Сам</i>	<i>Другой</i>	<i>Система</i>
Все фото сфокусированы на человеке	Много фото с другими людьми	На странице большинство фото с природой, городами, окружающим миром
Прослеживаются ссылки на собственные достижения, успехи, опыт, мнение	В текстах ссылки на коллег, друзей, знакомых и т. д.	Минимальное количество фото с изображением людей
Убеждения и установки: «Я заслуживаю гораздо большего, чем все остальные», «Мне нужно не так уж и много: всеобщая любовь и неограниченная власть», «Обязательно нужно чем-то выделяться на фоне серой массы»	Много фото животных	Убеждения и установки: «Логика и интеллект гораздо важнее эмоций», «Работник – это не человек, а функция. Неважно, кто ее реализует, – важно, чтобы она реализовывалась»
	Присутствуют репосты с благотворительностью	
	Убеждения и установки: «Человека украшает скромность и сдержанность», «Хорошая команда – залог успеха»	

Источник: составлено автором по [25, 29–34].

Исследование данных на соответствие метапрограммам позволяет выявить сильные, умеренные и слабые метапрограммные профили у конкретного человека, на основании чего в программном модуле профайлинга формируется итоговый список характеристик и возможностей соискателя.

Анализ профиля кандидата целесообразно проводить с помощью методов многоклассовой классификации на основании сверточных нейросетей.

Для обучения нейронных сетей в модуле анализа предлагается использовать публичные наборы данных RusTweetCorp, ImageNet и др., применяемые для классификации изображений и текста.

*Модуль профайлинга (Human Resources Profiling)* формирует итоговый список характеристик кандидата и заносит его в *базу данных HR*.

При этом формируется рейтинг соответствия кандидата требованиям должности, включающий:

- определение психотипологии личности (выявление сильных, умеренных и слабых метапрограммных профилей кандидата);
- построение метапрограммного профиля с использованием метрик (тенденции образа жизни; преобладающие способности; жизненные ценности; склонность к расизму и экстремизму; конфликтность в общении; стереотипы мышления; личностные качества; склонности к риску; проявления депрессивного состояния; уровень лояльности; отрицательные черты характера; положительные

черты характера; факторы адаптации в профессиональной деятельности; соответствие корпоративной культуре; профессиональные склонности);

– выявление рисков (зависимое поведение от алкоголя, азартных и компьютерных игр; связь с лицами, ведущими асоциальный образ жизни; склонность к правонарушениям);

– определение профессиональных склонностей;

– соотнесение выявленных профессиональных склонностей с должностью, на которую претендует кандидат.

Программный модуль профайлинга реализуется на языке «Python» с использованием библиотек Pandas, NumPy, Scikit-learn, PyMongo.

*Модуль отчетов (Human Resources Reporting)* представляет собой веб-приложение, реализованное с использованием JavaScript-библиотеки «React», формирующее итоговый отчет о соответствии качеств кандидата требованиям должности. При этом, программное приложение позволяет экспортировать отчет в формате Excel для удобства дальнейшей работы HR-специалиста с полученными сведениями.

К достоинствам программного продукта «HR Analytics» можно отнести: пополнение списка анализируемых факторов, применимость к различным социальным сетям, получение информации по широкому спектру тем, большое количество одновременно обрабатываемых профилей, быстрое действие, прозрачность процесса анализа собранной информации, получение расширенного списка деловых качеств и личностных характеристик кандидата, простота восприятия итогового отчета о претенденте на должность, сопоставимость данных из разных социальных сетей, возможность экспорта отчета в формате Excel для дальнейшей работы с данными.

В качестве недостатков программы «HR Analytics» правомерно выделить: невозможность проверки указанных данных на странице пользователя; вероятностный характер итогового отчета; закрытость социальных данных; необходимость получения разрешения пользователя на обработку личных данных.

## **Выводы по главе 1**

1. По результатам проведенного исследования разработана комплексная методика подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта, интегрирующая три ключевых компонента современного HR-менеджмента: адаптивность к VUCA-среде, управление на основе данных и технологические решения. Методика включает автоматизированную систему публикации вакансий, первичного отбора

кандидатов, проведения предварительных интервью с помощью чат-бота и формирования аналитических отчетов.

2. Выполнен анализ сезонности рынка труда в разрезе регионов Республики Беларусь и уровней образования с использованием метода главных компонент (РСА). Выявлены три основных кластера сезонности: сильная (г. Минск), умеренная (Минская область и Гомельский регион) и слабая (остальные регионы). Установлена высокая корреляция между регионами (0,76-0,99) и уровнями образования (0,96-0,99), что указывает на общие тенденции развития рынка труда в стране.

3. Разработан прототип программного продукта «HR Analytics» для автоматизированного социального скоринга кандидатов на основе анализа их цифрового следа в социальных сетях. Система включает модули поиска, сбора и агрегации данных, анализа профиля кандидата с помощью нейронных сетей, профайлинга и формирования отчетов. Это позволяет получать комплексную оценку личностных, профессиональных и управленческих компетенций кандидатов с минимальными временными затратами.

Таким образом, предложенные методические и программные решения формируют целостную систему цифрового рекрутинга, повышающую эффективность процессов подбора персонала в современных условиях.

## ГЛАВА 2

### ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В РАЗВИТИИ КОМПЕТЕНЦИЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОРГАНИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ИХ ТРУДОВЫХ ФУНКЦИЙ

#### 2.1 Цифровой выбор программ обучения и повышения квалификации человеческих ресурсов организации

В настоящее время оценка качества человеческих ресурсов в организациях проводится при аттестации работников путем опроса непосредственных руководителей либо через введение и расчет ключевых показателей эффективности персонала. Полученные таким образом данные не учитывают индивидуальные навыки и компетенции сотрудников, но используются руководством организации для разработки стратегии развития имеющихся кадров, планирования потребности в персонале, создания кадрового резерва. При этом упускается возможность получения реальной картины о качестве имеющихся трудовых ресурсов. Таким образом, необходимо применять инструменты оценки персонала, основанные на компетентностном подходе, методы выявления недостающих знаний и умений, технологии подбора программ обучения кадров и повышения квалификации [35–37].

Проблема формирования стратегических планов развития человеческих ресурсов организации с использованием компетентностного подхода неразрывно связана с анализом колоссального объема разрозненных и, зачастую, несистематизированных данных, больших временных и финансовых затрат. Данные обстоятельства выявляют необходимость применения технологий Big Data и искусственного интеллекта в процессе оценки персонала и разработки планов его развития. В цифровом подборе программ обучения и повышения квалификации человеческих ресурсов организации, основанном на компетентностном подходе и реализуемом с помощью технологий Big Data и искусственного интеллекта, ключевым фактором является гибкость и способность адаптироваться к быстро меняющимся условиям рынка труда и технологическим инновациям.

Методика состоит из этапов [38, 39]:

1) определение ключевых компетенций (цифровые, технические и мягкие навыки) сотрудников организации, диагностика компетенций и уровня владения навыками;

2) выявление несоответствий между имеющимися и требуемыми компетенциями сотрудников, путем применения методики анализа и оценки компетенций персонала организации и кандидатов на

должность. Составление перечня компетенций, которые должны быть приобретены и/или развиты в ходе обучения. Определение образовательных целей;

3) поиск, анализ и отбор программ обучения и повышения квалификации в интернет-пространстве, реализуемый программным продуктом на базе искусственного интеллекта и способствующий приобретению недостающих навыков и/или повышению уровня их развития.

Использование искусственного интеллекта для поиска образовательных курсов в интернете состоит из шагов [38–42]:

- ввод данных о наличии и уровне владения компетенциями сотрудниками организации, а также о конкретных компетенциях и уровне навыков, которые нужно развить или улучшить;

- использование алгоритмов обработки естественного языка для понимания семантики запросов, связанных с конкретными компетенциями и навыками;

- трансформация запросов, заключающаяся в преобразовании определенных компетенций и навыков в ключевые слова и фразы, используемые для поиска;

- поиск курсов, соответствующих заданным критериям, в среде интернета с использованием искусственного интеллекта путем веб-скрейпинга и API;

- исследование содержания обучающих курсов с применением алгоритмов машинного обучения путем анализа описания курсов, отзывов и их рейтинга для определения соответствия запросу, их ранжирование и составление списка рекомендуемых;

- оптимизация алгоритмов поиска для повышения точности и эффективности рекомендаций;

4) интеграция обучения в рабочий процесс, позволяющая сотрудникам проходить обучение в удобное для них время и не мешающая рабочему процессу;

5) мониторинг прогресса и динамическая адаптация программы обучения в соответствии с изменениями в уровне компетенций, потребностями сотрудников, откликами на предложенные курсы, прогрессом в обучении;

6) оценка эффективности программы обучения с помощью количественных и качественных показателей, реализация обратной связи;

7) непрерывное обновление и оптимизация базы данных об образовательных курсах и курсах повышения квалификации для отражения актуальной информации.

Технология применения искусственного интеллекта при планировании развития человеческих ресурсов организации представлена на рисунке 2.1. Данная технология предполагает увязку

классических методов исследования компетенций персонала (тестирование, интервью, расчет показателей эффективности) и цифровых инструментов их реализации (чат-бот для опросов и интервью, автоматизированная система онлайн-тестирования, программный продукт сбора и обработки информации о компетенциях).

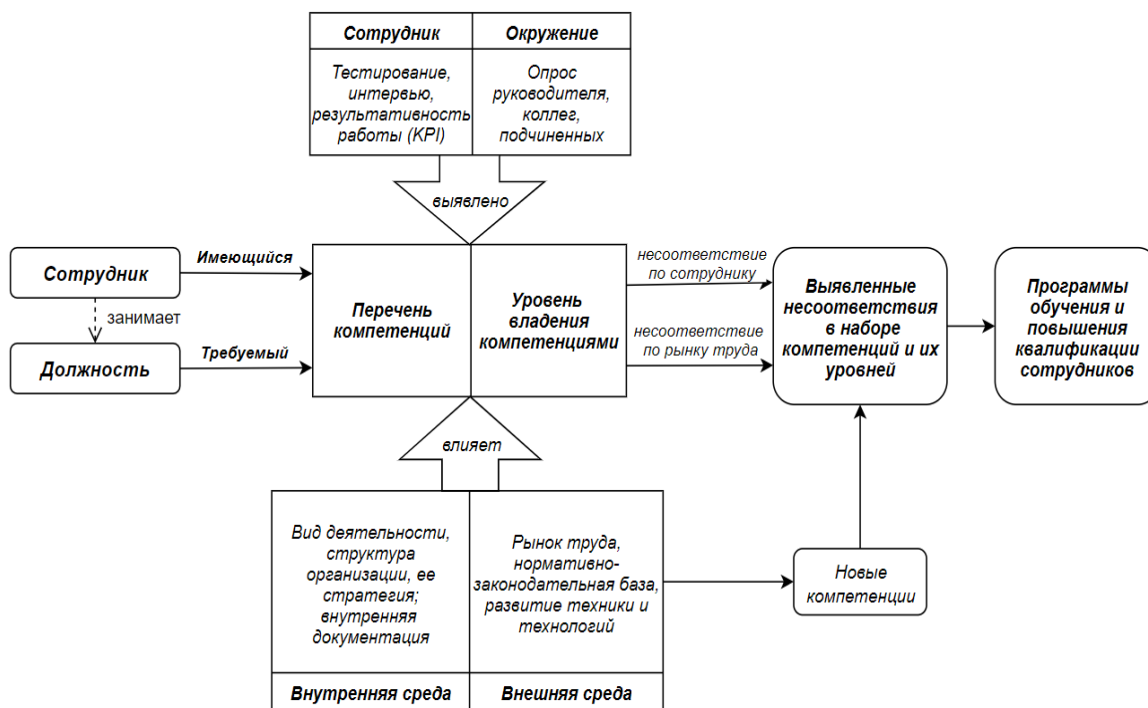


Рисунок 2.1 – Технология реализации процессов планирования развития человеческих ресурсов организации с помощью искусственного интеллекта

Внедрение технологий искусственного интеллекта позволяет автоматизировать часть HR-процессов, тем самым избавить HR-специалистов от рутинной и сложной аналитической работы, высвобождая им время для выполнения стратегических и текущих задач управления человеческими ресурсами.

В качестве направлений внедрения цифровых технологий, как инструмента HR-специалиста при планировании развития человеческих ресурсов организации, предлагается выделить [43–45]:

- проведение опросов руководителей, коллег, подчиненных и тестирования сотрудника с помощью чат-бота, с целью установления имеющихся компетенций и оценки уровня владения ими;
- разработка программных продуктов на базе искусственного интеллекта для выявления несоответствий в наборах компетенций и их уровнях относительно каждого сотрудника и по организации в целом;
- составление аналитических отчетов с применением технологий Big Data, по результатам проведенных исследований;

– автоматический поиск, отбор и ранжирование программ обучения сотрудников в интернет-пространстве с применением искусственного интеллекта;

– интеллектуальный анализ эффективности обучения сотрудников.

Специфика данной технологии заключается в объединении внутренних требований организации к набору и уровню компетенций и текущих запросов к должности со стороны рынка труда. Таким образом, важным инструментом данной технологии является совокупность программ на базе искусственного интеллекта, объединенных в единую систему и позволяющих извлекать, анализировать текущую информацию о требуемых рынком компетенциях (рис. 2.2).

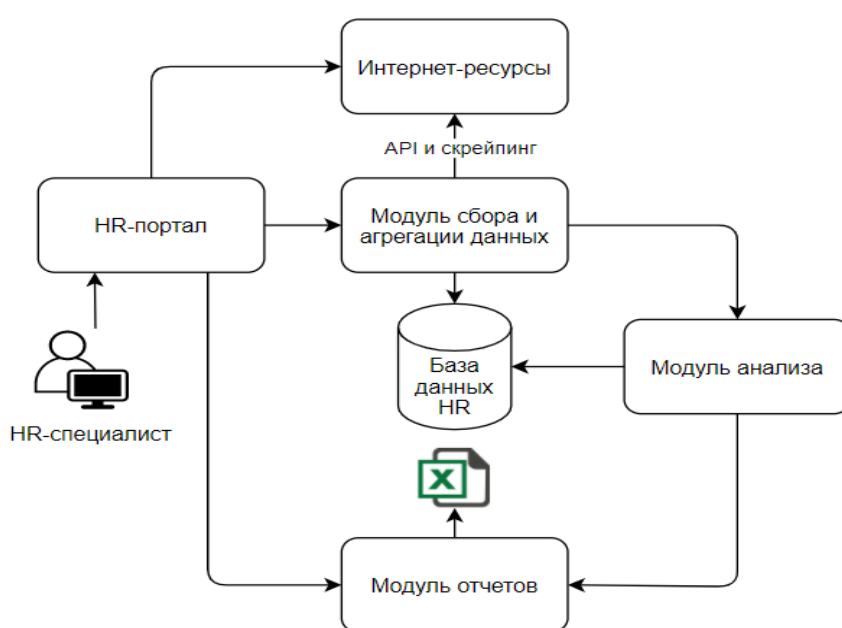


Рисунок 2.2 – Архитектура программного продукта по сбору и анализу данных о компетенциях

Программа включает три программных модуля:

1) модуль сбора и агрегации данных извлекает информацию о требуемых компетенциях должности, интересующей HR-специалиста, из онлайн-порталов вакансий и других интернет-источников, а также внутренней HR-базы организации. Сбор данных осуществляется с использованием публичных API и подходов скрейпинга информации с помощью фреймворка «Scrapy». Собранные сведения поступают и сохраняются в базе данных;

2) модуль анализа реализован с использованием специализированных библиотек для машинного обучения. Анализ собранных компетенций осуществляется с помощью нейросетевых языковых моделей;

3) модуль отчетов представляет собой веб-приложение, реализованное с использованием JavaScript-библиотек, формирующее итоговый отчет о соответствии качеств сотрудника требованиям должности. При этом, программное приложение позволяет экспортировать отчет в формате Excel для удобства дальнейшей работы HR-специалиста с полученными сведениями.

Собранные и проанализированные данные о компетенциях важны для организации, поскольку позволяют: устанавливать высокие стандарты качества выпускаемой продукции и эффективности производственного процесса; расширять конкурентные преимущества и повышать конкурентоспособность; обосновывать политику организации в области HR; в полной мере соответствовать запросам клиентов, определять роль компании в удовлетворении их потребностей; развивать ценности и корпоративную культуру.

Данные о компетенциях персонала и требованиях рынка труда заносятся в матрицу компетенций.

По результатам составления матрицы компетенций делается вывод о наличии либо отсутствии несоответствий по набору и уровню компетенций у сотрудников (согласно внутренним организационным требованиям к должности) и по рынку труда. Эти несоответствия являются сигналом о необходимости обучения персонала.

Для составления списка курсов обучения, информация о которых размещена в интернет-пространстве, проводимых как в онлайн, так и в офлайн режимах, применяется алгоритм автоматического поиска в интернет-пространстве, отбора и ранжирования программ обучения и повышения квалификации с применением технологий искусственного интеллекта.

Для реализации данного алгоритма программный продукт получает из интернет-пространства данные о возможных курсах и программах обучения. Далее информация о выявленных курсах обучения обрабатывается, курсы ранжируются исходя из стоимости обучения, их длительности, возможности обучения без отрыва от производства и других факторов, важных для организации.

Технология сбора, обработки и анализа информации, осуществляемая методами скрейпинга и машинного обучения, включает этапы: извлечение данных о курсах из веб-источников, ранжирование выявленных курсов исходя из заданных условий, их очистка, дедубликация, классификация компетенций, сохранение собранных данных в HR базе компании (рис. 2.3) [46]. При этом выявляются новые компетенции, приобретаемые персоналом в результате прохождения курсов обучения. Для обработки такого вида информации используется модуль анализа. С целью визуализации анализа выявленных компетенций и создания истории их возникновения в должности используются аналитические программы («Superset», «Neo4j»).

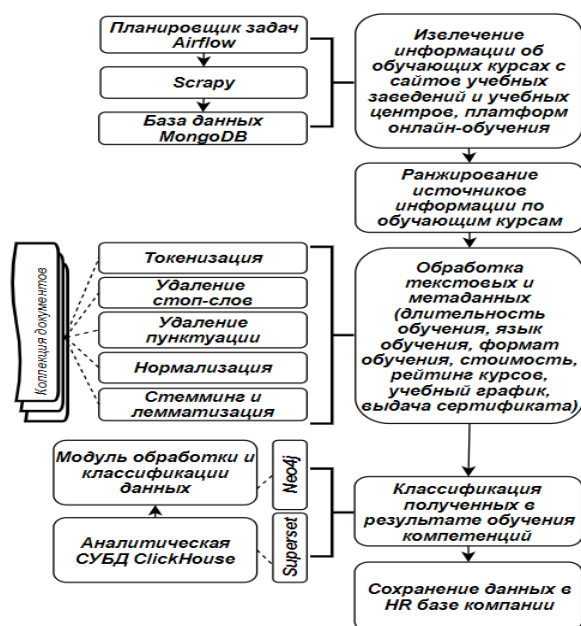


Рисунок 2.3 – Алгоритм автоматического поиска в интернет-пространстве, отбора и ранжирования программ обучения сотрудников организации

По результатам обучения сотрудников вновь заполняется матрица их компетенций и определяется эффективность обучения. С целью оценки эффективности программ обучения применяется классическая четырехуровневая модель Д. Киркпатрика, как наиболее оптимальная и максимально используемая современными организациями. В частности, для исследований принимаются во внимание уровни 2 и 3 (Learning и Behavior) данной модели.

Для определения того, на сколько усовершенствовались навыки сотрудников в результате прохождения ими программы обучения и оценки степени изменения уровня их компетенций предлагается применять непараметрический статистический критерий Вилкоксона<sup>4</sup>. Суть методики применения данного критерия заключается в следующем: на первом этапе выдвигается нулевая и альтернативная гипотеза; формируется выборка сотрудников, прошедших обучение и имеющих схожие уровни владения компетенциями (по требованиям критерия Вилкоксона размер выборки от 5 до 20 человек); полученный эмпирический коэффициент Вилкоксона, сравнивается с табличным значением при заданном уровне статистической значимости в 5%, опровергается нулевая гипотеза и подтверждается эффективность курсов обучения.

<sup>4</sup> Критерий Вилкоксона – это непараметрический статистический метод сравнения двух связанных выборок (до и после обучения), который позволяет определить статистическую значимость изменений в уровне компетенций сотрудников, учитывая как направление, так и величину этих изменений, не требуя при этом нормального распределения данных.

Поиск, анализ и отбор программ обучения и повышения квалификации в интернет-пространстве реализован программным продуктом на базе искусственного интеллекта. При этом:

- формировался запрос, включающий перечень основных компетенций каждой группы сотрудников организации;
- использовались алгоритмы обработки естественного языка для понимания программой семантики запросов, связанных с конкретными компетенциями и навыками;
- трансформировались запросы, то есть определенные компетенции и навыки преобразовывались в ключевые слова и фразы, используемые для поиска;
- осуществлялся поиск в среде интернет курсов, соответствующих указанным компетенциям, с использованием искусственного интеллекта путем веб-скрейпинга и API;
- исследовалось содержание обучающих курсов с применением алгоритмов машинного обучения путем анализа описания курсов, отзывов и их рейтинга для определения соответствия запросу, их ранжирование и составление списка рекомендуемых (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Курсы повышения квалификации, соответствующие компетенциям, востребованным рынком труда

Группа профессий	Курсы, обеспечивающие получение востребованных компетенций и навыков	Платформа, проводящая курсы
Технологи и инженеры	Курс «Проектирование и моделирование в AutoCAD и SolidWorks», курс «Основы программирования и автоматизации процессов», курс «Анализ данных и статистика для инженеров»	edX, Udacity
Сотрудники, осуществляющие контроль качества продукции	Курс «Six Sigma и Lean методологии в управлении качеством», курс «Аудит и сертификация качества по стандарту ISO 9001», практический курс по статистическому анализу данных	Coursera, edX, LinkedIn Learning, ASQ
Сотрудники отделов логистики и снабжения	Курс «Управление цепями поставок и логистикой», курс «Использование ERP-систем в управлении запасами», практический курс по оптимизации складских процессов	Coursera, edX, LinkedIn Learning
Сотрудники отдела продаж и маркетинга	Курс «Цифровой маркетинг и интернет-реклама», курс «Управление продажами и клиентскими отношениями с помощью CRM», практический курс по анализу маркетинговых данных и метрикам	HubSpot Academy, Coursera, Google Digital Garage
Административный персонал	Курс «Офисное программное обеспечение и продвинутые навыки работы с MS Office», курс «Основы бухгалтерии и финансов», практический курс по управлению временем и организации работы	LinkedIn Learning, Coursera, edX, Skillshare
Сотрудники технической поддержки и обслуживания	Курс «Техническая диагностика и ремонт оборудования», курс «Сетевая безопасность и обслуживание сетей», практический курс по мониторингу и обслуживанию систем интернета вещей (IoT)	Udemy, Coursera, edX, Pluralsight

Краткий обзор цифровых платформ, проводящих курсы повышения квалификации:

1. Udemy – платформа с множеством курсов, предлагаемых инструкторами со всего мира и специализирующаяся на широком спектре тем, от технических навыков до маркетинга и креативных искусств. Курсы на Udemy доступны в формате видеолекций, а также включают тесты и дополнительные материалы.

2. LinkedIn Learning (ранее Lynda.com) – онлайн-платформа для профессионального обучения и развития карьеры. Курсы на платформе созданы экспертами и инструкторами, имеющими опыт в соответствующей области. LinkedIn Learning интегрирован с LinkedIn и предоставляет возможность добавить завершенные курсы в профиль LinkedIn.

3. Coursera – платформа для обучения онлайн, предоставляющая курсы от ведущих университетов и организаций мира. Курсы Coursera доступны в формате видеолекций, заданий и тестов. Пользователи могут получить сертификаты и даже степени в зависимости от курса и университета.

4. edX – платформа для обучения, созданная Гарвардским университетом и Массачусетским технологическим институтом (MIT). Предоставляет курсы от университетов и организаций со всего мира. Выдает сертификаты и магистерские степени.

5. HubSpot Academy – это образовательная платформа от компании HubSpot, специализирующейся на маркетинге и CRM. Предоставляет бесплатные курсы по инбаунд-маркетингу, продажам и использованию продуктов HubSpot. Курсы на HubSpot Academy разработаны экспертами по маркетингу и продажам.

6. Google Digital Garage предлагает бесплатные онлайн-курсы, направленные на повышение цифровых навыков и деловой эффективности. Эти курсы охватывают широкий спектр тем, включая цифровой маркетинг, разработку веб-сайтов, основы программирования и управление данными. Платформа подходит как для начинающих, так и для опытных профессионалов, желающих расширить свои знания в области цифровых технологий. Курсы Google Digital Garage разработаны экспертами в своей области и предлагают гибкий график обучения, а также возможность получения сертификата по завершении.

7. Skillshare – онлайн-платформа для обучения, предлагающая тысячи курсов по самым разным темам, от графического дизайна и фотографии до бизнеса и технологий. Курсы на Skillshare ориентированы на практический опыт и взаимодействие, позволяя учащимся применять новые знания на практике через проекты и задания. Платформа особенно популярна среди творческих профессионалов и предпринимателей, ищущих способы улучшить свои навыки и расширить кругозор. Skillshare предлагает как бесплатные, так

и платные подписки, обеспечивая доступ к широкому диапазону ресурсов для самостоятельного обучения.

8. Pluralsight – платформа для онлайн-обучения, специализирующаяся на технологических и IT-навыках, включая программирование, облачные технологии, кибербезопасность и машинное обучение. Эта платформа предлагает обширный каталог курсов, созданных экспертами в своих областях, что делает её популярной среди IT-профессионалов и разработчиков. Pluralsight особенно ценится за свои продвинутые и технические курсы, которые предоставляют углубленные знания и практические навыки в специализированных областях. Платформа предлагает как индивидуальные, так и корпоративные подписки, предоставляя доступ к инструментам оценки навыков, планам обучения и интерактивным курсам.

## **2.2 Методический подход к определению влияния цифровизации на изменения количества и содержания рабочих мест и рабочих задач в организации**

Цифровая трансформация становится ключевым фактором экономического развития и конкурентоспособности регионов в современном мире. Проведено исследование, направленное на анализ текущего состояния цифровизации в организациях Витебского региона, выявление основных тенденций, проблем и перспектив в этой области.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью понимания реальных процессов цифровой трансформации на региональном уровне для разработки эффективных стратегий развития и поддержки бизнеса. Результаты исследования послужат основой для принятия управленческих решений, как на уровне отдельных организаций, так и на уровне региональной политики в области цифровизации экономики.

Целью исследования является комплексный анализ процессов цифровизации в организациях Витебского региона, включая оценку уровня внедрения цифровых технологий, их влияния на рабочие процессы, а также готовности персонала к цифровой трансформации.

Основные задачи исследования включают:

- 1) оценку текущего уровня использования цифровых технологий в организациях региона;
- 2) анализ влияния цифровизации на структуру рабочих мест и задач;
- 3) исследование уровня цифровых компетенций работников и потребностей в их развитии;

4) изучение образовательных практик организаций в контексте цифровизации;

5) выявление секторальных различий в процессах цифровой трансформации;

6) определение основных проблем и вызовов, связанных с цифровизацией в регионе;

7) разработку рекомендаций по ускорению и оптимизации процессов цифровой трансформации.

Данное исследование основано на комплексном опросе организаций Витебского региона, проведенном с целью оценки текущего состояния и перспектив цифровизации в различных секторах экономики [47] (приложение В).

В выборку исследования включено 68 организаций Витебского региона, что обеспечивает репрезентативность данных для анализа региональных тенденций (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – Структура выборки исследования уровня цифровизации организаций Витебского региона

Параметр	Вид организации	Количество опрошенных организаций, ед.	Доля опрошенных организаций, %
Форма собственности	государственная	46	67,6
	частная	22	32,4
Размер организации по численности персонала	крупная	31	45,6
	средняя	22	32,4
	малая	15	22
Вид экономической деятельности организации	обрабатывающая промышленность	9	13,2
	услуги по временному проживанию и питанию	2	3
	информация и связь	6	8,8
	финансовая и страховая деятельность	11	16,2
	профессиональная, научная и техническая деятельность	4	5,9
	государственное управление	9	13,2
	образование	9	13,2
	здравоохранение и социальные услуги	8	11,8
	оптовая и розничная торговля	10	14,7

Структура выборки отражает разнообразие организационных форм и секторов экономики региона. Основным инструментом сбора данных выступила комплексная анкета, состоящая из 25 вопросов, охватывающих различные аспекты цифровизации. Ее вопросы сгруппированы по следующим ключевым блокам:

- общая оценка влияния цифровизации на организацию,
- использование цифровых технологий и устройств,
- изменения в рабочих процессах и задачах,
- цифровые навыки и компетенции работников,

- образовательные практики и развитие персонала,
- отношение к цифровым технологиям.

Для анализа полученных данных использовались методы описательной статистики, сравнительного анализа и корреляционного анализа. Особое внимание уделялось выявлению различий между организациями разных форм собственности, размера и сфер деятельности.

Необходимо отметить следующие ограничения исследования:

- исследование основано на самооценке организаций, что может вносить элемент субъективности в результаты;
- выборка не включает микроорганизации, что ограничивает возможности анализа в данном сегменте. Это обусловлено несколькими факторами:

а) процессы цифровой трансформации в микроорганизациях существенно отличаются от таковых в малых, средних и крупных предприятиях из-за ограниченности ресурсов и меньшей сложности бизнес-процессов;

б) микроорганизации менее доступны для проведения подобных исследований из-за ограниченных временных и человеческих ресурсов;

в) целью данного исследования было изучение процессов цифровизации в организациях, где эти процессы наиболее заметны и имеют существенное влияние на экономику региона.

– исследование отражает ситуацию на момент проведения опроса и не учитывает возможные быстрые изменения в сфере цифровизации.

Исследование проводилось с соблюдением принципов анонимности и конфиденциальности. Все собранные данные представлены в агрегированном виде, исключая идентификацию конкретных организаций.

Данная методология обеспечивает комплексный подход к анализу процессов цифровизации в Витебском регионе, позволяя выявить ключевые тенденции, проблемы и перспективы в этой области.

## **1 Анализ текущего состояния цифровизации в организациях Витебского региона**

Анализ данных опроса показывает, что организации Витебского региона находятся на разных этапах внедрения и использования цифровых технологий в рабочих процессах. Ключевые аспекты этого процесса:

а) распространенность цифровых устройств. Исследование выявило широкое распространение базовых цифровых устройств:

- 100 % организаций используют компьютеры,
- 57,4 % применяют ноутбуки,
- 41,2 % используют смартфоны,
- 33,8 % применяют планшеты.

Наблюдается существенная разница между государственным и частным секторами в использовании мобильных устройств. В частном секторе 90,9 % организаций используют ноутбуки и 100 % – смартфоны, тогда как в государственном секторе эти показатели составляют 41,3 % и 13 % соответственно.

б) использование специализированного оборудования. Внедрение более сложного компьютеризированного оборудования менее распространено:

- 13,2 % организаций используют станки с ЧПУ,
- 13,2 % применяют роботов,
- 13,2 % используют программируемые логические операторы,
- 5,9 % применяют 3D-принтеры или специализированное компьютеризированное оборудование.

Здесь также наблюдается разница между государственным и частным секторами, а также между организациями разного размера. Крупные и государственные организации чаще используют такое оборудование (15,2–25,8 %), чем частные, средние и малые (0–9,1 %).

в) использование программного обеспечения. Наблюдается высокий уровень использования базового офисного ПО:

- 100 % организаций используют интернет или социальные сети для коммуникации,
- 100 % применяют текстовые редакторы,
- 100 % используют программы для создания презентаций,
- 100 % работают с электронными таблицами.

Более сложное и специализированное ПО также широко распространено:

- 100 % организаций используют специализированное отраслевое ПО,
- 100 % применяют инструменты управления базами данных,
- 85,3 % организаций используют языки программирования,
- 54,4 % применяют технологии искусственного интеллекта.

г) обновление технологий:

- 92,6 % организаций внедрили новые компьютерные системы, устройства или программное обеспечение,
- только 10,3 % инвестировали в новое компьютеризированное оборудование.

д) влияние на производительность:

- 58,8 % организаций отметили повышение производительности благодаря цифровым технологиям,
- только 19,1 % наблюдают значительное или большее увеличение производительности.

*Выводы:*

1) наблюдается высокий уровень внедрения базовых цифровых технологий во всех секторах экономики региона;

2) существует значительный разрыв между государственным и частным секторами в использовании мобильных устройств и передовых технологий;

3) крупные организации демонстрируют более высокий уровень внедрения специализированного оборудования;

4) несмотря на широкое распространение цифровых технологий, их влияние на производительность труда неоднозначно, что может указывать на наличие «парадокса производительности»;

5) организации активно обновляют программное обеспечение, но менее склонны инвестировать в новое оборудование.

Полученные данные свидетельствуют о том, что процесс цифровизации в Витебском регионе идет активно, но неравномерно.

В ходе исследования рассчитан текущий уровень цифровизации организаций Витебского региона. Для расчета применена методика взвешенной оценки уровня цифровизации организаций с сегментным анализом. Данная методика представляет собой комбинированный статистический анализ с элементами взвешенной оценки и включает:

– использование весовых коэффициентов для качественных оценок,

- расчет средневзвешенного показателя,
- оценку разброса данных через стандартное отклонение,
- анализ распределения ответов,
- сегментацию данных по типам предприятий.

Установка шкалы оценки: использовалась качественная шкала с 6 уровнями оценки: «в большей степени», «в значительной степени», «незначительно», «несколько», «не знаю», «нет ответа».

Назначение весовых коэффициентов: каждому уровню качественной шкалы присвоен весовой коэффициент: «в большей степени» – 100 баллов, «в значительной степени» – 75 баллов, «незначительно» – 25 баллов, «несколько» – 0 баллов, «не знаю» – 50 баллов, «нет ответа» – 50 баллов (при отсутствии информации предполагается средний уровень цифровизации).

Расчет среднего уровня цифровизации с учетом весового коэффициента:

$$(26 \times 100 + 17 \times 75 + 13 \times 25 + 7 \times 0 + 3 \times 50 + 2 \times 50) / 68 = 65,44 \text{ балла.}$$

Расчет стандартного отклонения: 33,76 балла.

Анализ распределения ответов:

- «в большей степени» 26 ответов (38,2 %),
- «в значительной степени» 17 ответов (25,0 %),
- «незначительно» 13 ответов (19,1 %),
- «несколько» 7 ответов (10,3 %),

- «не знаю» 3 ответа (4,4 %),
- «нет ответа» 2 ответа (2,9 %).

Расчет доли предприятий с низким уровнем цифровизации: суммируются ответы «незначительно» и «несколько»:

$$13 + 7 = 20 (29,41 \%).$$

Сегментный анализ:

- для государственного сектора доля ответов «в большей степени» и «в значительной степени» составила 47,83 %,
- для частного сектора – 95,45 %.

*Интерпретация результатов:*

- средний уровень цифровизации (65,44 балла) указывает на достаточно высокий уровень внедрения цифровых технологий,
- большое стандартное отклонение (33,76 балла) свидетельствует о значительном разбросе в уровне цифровизации между опрошенными организациями,
- 63,2 % организаций имеют высокий или значительный уровень цифровизации,
- 29,41 % организаций имеют низкий уровень цифровизации.

Наблюдается существенная разница между государственным и частным секторами: 95,45 % частных организаций имеют высокий уровень цифровизации по сравнению с 47,83 % государственных.

## **2. Анализ влияния цифровизации на структуру рабочих мест и задач**

Анализ данных опроса выявил значительное влияние цифровизации на структуру рабочих мест и характер выполняемых задач в организациях Витебского региона.

*Изменение рабочих мест:*

- 45,6 % организаций отмечают, что цифровизация способствует изменению рабочих мест,
- наблюдается существенная разница между секторами: 90,9 % частных организаций отмечают изменения, по сравнению с 23,9 % государственных,
- влияние размера организации: 93,3 % малых, 59,1 % средних и только 19,4 % крупных организаций отмечают изменения.

*Характер изменений в рабочих задачах:*

- а) количество задач:
  - 92,6 % организаций отмечают увеличение количества выполняемых задач,
  - 73,5 % указывают на появление новых задач,
  - 47,1 % наблюдают уменьшение количества задач (чаще в частном секторе – 81,8 % против 34,8 % в государственном);
- б) скорость и производительность:

– 76,5 % организаций отмечают увеличение скорости выполнения задач,

– 44,1 % наблюдают рост производительности, однако 39,7 % не отмечают изменений в этом аспекте;

в) качество работы: 54,4 % организаций отмечают улучшение качества выполняемых задач, хотя преимущественно в незначительной степени;

*Влияние на различные категории работников:*

– руководители: 30,9 % организаций отмечают значительную потребность в развитии ИТ-навыков,

– специалисты-профессионалы: 10,3 % организаций указывают на высокую потребность в развитии ИТ-навыков,

– офисные и административные работники: 55,9 % организаций отмечают значительную потребность в развитии ИТ-навыков,

– неквалифицированные работники: лишь 5,9 % организаций видят значительную потребность в развитии ИТ-навыков.

*Секторальные различия:*

– частный сектор демонстрирует более интенсивные изменения: 68,2 % отмечают уменьшение количества задач (против 34,8 % в государственном), 95 % наблюдают рост производительности (против 72,7 % в государственном);

– государственный сектор чаще отмечает увеличение количества задач: 91,3 % против 81,8 % в частном секторе.

*Влияние размера организации:*

– малые организации чаще отмечают появление новых задач (93,3 %) и рост производительности (86,7 %),

– крупные организации демонстрируют более сдержанные оценки изменений: 58,1 % отмечают появление новых задач, 61,3 % – рост производительности.

*Выводы:*

1) цифровизация оказывает существенное влияние на характер и структуру рабочих задач, причем это влияние неоднородно в разных секторах и типах организаций;

2) наблюдается тенденция к увеличению количества и разнообразия задач, что может указывать на усложнение рабочих процессов в условиях цифровой трансформации;

3) влияние цифровизации на производительность и качество работы неоднозначно, что может быть связано с периодом адаптации к новым технологиям;

4) частный сектор демонстрирует более интенсивные изменения и адаптацию к цифровым технологиям по сравнению с государственным;

5) малые и средние организации показывают большую гибкость и скорость адаптации к цифровым изменениям по сравнению с крупными;

б) существует значительная дифференциация в потребности развития ИТ-навыков между различными категориями работников, что указывает на необходимость разработки целевых программ обучения.

Эти данные свидетельствуют о комплексном влиянии цифровизации на рабочие процессы в организациях Витебского региона.

### **3 Исследование уровня цифровых компетенций работников и потребностей в их развитии**

Анализ результатов опроса выявил сложную картину состояния цифровых навыков и компетенций работников в организациях Витебского региона.

а) общая оценка цифровых навыков:

– 58,8 % организаций отмечают, что их работники испытывают нехватку цифровых навыков в большей или значительной степени,

– 32,4 % организаций указывают на незначительную нехватку навыков,

– 7,4 % считают, что их работники не испытывают нехватки цифровых навыков;

б) различия между государственным и частным секторами:

– в частном секторе 50 % организаций указывают на нехватку цифровых навыков «в большей степени», по сравнению с 6,5 % в государственном секторе,

– 77,3 % частных организаций отмечают значительную или большую потребность в развитии цифровых навыков, по сравнению с 56,5 % государственных;

в) влияние размера организации:

– 72,7 % средних организаций отмечают высокую степень нехватки цифровых навыков,

– 48,4 % крупных организаций указывают на значительную нехватку навыков,

– 60 % малых организаций отмечают потребность в развитии цифровых навыков:

г) различия по категориям работников:

– руководители: 30,9 % организаций отмечают значительную потребность в развитии ИТ-навыков,

– специалисты-профессионалы: 10,3 % организаций указывают на высокую потребность,

– специалисты: 30,9 % организаций отмечают значительную потребность,

– офисные и административные работники: 55,9 % организаций указывают на высокую потребность,

– работники сферы обслуживания и торговли: 36,2 % организаций отмечают значительную потребность,

- квалифицированные рабочие: 68,2 % организаций видят потребность в развитии ИТ-навыков,
- неквалифицированные работники: лишь 5,9 % организаций отмечают значительную потребность;
- д) соответствие уровня образования требованиям:
  - 89,7 % организаций отмечают, что уровень образования их работников в основном соответствует требуемому,
  - 50 % организаций указывают на наличие работников с уровнем образования выше требуемого (феномен «сверхквалификации»);
- е) потребность в дальнейшем развитии навыков:
  - 22,1 % организаций указывают на большую степень потребности в развитии общего уровня знаний и навыков,
  - 20,6 % отмечают умеренную потребность,
  - 27,9 % указывают на небольшую потребность,
  - 25 % считают, что их работникам не нужно дальнейшее развитие навыков;
- ж) приоритеты в развитии навыков:
  - 58,8 % организаций отмечают потребность в развитии цифровых навыков,
  - 35,3 % указывают на необходимость развития профессиональных навыков,
  - только 5,9 % отмечают потребность в развитии личностных навыков.

*Выводы:*

- 1) наблюдается значительный разрыв в цифровых компетенциях между различными категориями работников и типами организаций, что указывает на необходимость дифференцированного подхода к развитию цифровых навыков;
- 2) частный сектор демонстрирует более высокую потребность в развитии цифровых навыков, что может быть связано с более интенсивной цифровой трансформацией в этом секторе;
- 3) средние организации показывают наибольшую потребность в развитии цифровых навыков, что может указывать на их критическое положение в процессе цифровой трансформации;
- 4) наблюдается феномен «сверхквалификации», который требует дальнейшего изучения для оптимизации использования человеческого капитала;
- 5) существует явный приоритет развития цифровых навыков над другими типами компетенций, что отражает текущие тенденции на рынке труда;
- 6) значительная часть организаций не видит необходимости в дальнейшем развитии навыков работников, что может создавать риски для долгосрочной конкурентоспособности.

Эти данные подчеркивают необходимость разработки комплексных стратегий развития цифровых компетенций, учитывающих специфику различных секторов экономики, размеров организаций и категорий работников. Особое внимание следует уделить преодолению разрыва в цифровых навыках между государственным и частным секторами, а также поддержке средних и малых предприятий в развитии цифровых компетенций их сотрудников.

#### **4 Изучение образовательных практик организаций в контексте цифровизации**

Анализ результатов опроса позволяет сделать выводы о текущем состоянии образовательных практик и развития персонала в организациях Витебского региона в контексте цифровизации:

- а) распространенность образовательных мероприятий:
  - 64,7 % организаций проводили курсы для сотрудников,
  - 33,8 % организаций осуществляли профессиональное обучение,
  - 13,2 % организаций проводили семинары;
- б) различия между секторами:
  - государственный сектор: 63 % организаций проводили курсы, 34,8 % – профессиональное обучение, 6,5 % – семинары,
  - частный сектор: 68,2 % организаций проводили курсы, 31,8 % – профессиональное обучение, 27,3 % – семинары;
- в) влияние размера организации:
  - крупные организации: 58,1 % проводили курсы, 38,7 % – профессиональное обучение, 6,5 % – семинары,
  - средние организации: 63,6 % проводили курсы, 45,5 % – профессиональное обучение, 22,7 % – семинары,
  - малые организации: 80 % проводили курсы, 6,7 % – профессиональное обучение, 6,7 % – семинары;
- г) финансирование образовательных мероприятий:
  - 89,7 % организаций полностью или частично оплачивали образовательные мероприятия или проводили их в рабочее время,
  - государственный сектор: 97,8 % организаций финансировали обучение,
  - частный сектор: 72,7 % организаций финансировали обучение,
  - 100 % крупных, 95,5 % средних и 60 % малых организаций поддерживали обучение финансово;
- д) эффективность образовательных мероприятий: 100 % организаций отметили, что хотя бы одно из проведенных мероприятий было полезным для развития компьютерных и ИТ-навыков работников;
- е) формат проведения образовательных мероприятий:
  - 14,7 % организаций проводили образовательные мероприятия преимущественно онлайн,

- 82,4 % организаций проводили мероприятия преимущественно офлайн,
- частный сектор чаще использовал онлайн-формат (27,3 %) по сравнению с государственным (8,7 %),
- малые организации чаще использовали онлайн-обучение (40 %) по сравнению со средними (13,6 %) и крупными (3,2 %);
- ж) потребность в развитии навыков:
  - 58,8 % организаций отмечают потребность в развитии цифровых навыков,
  - 35,3 % указывают на необходимость развития профессиональных навыков,
  - 5,9 % отмечают потребность в развитии личностных навыков;

*Выводы:*

- 1) наблюдается высокий уровень вовлеченности организаций в процессы обучения и развития персонала, с акцентом на курсы и профессиональное обучение;
- 2) существует значительная разница между государственным и частным секторами в подходах к обучению, с более активным использованием семинаров в частном секторе;
- 3) размер организации влияет на образовательные практики: крупные и средние организации демонстрируют более комплексный подход к обучению, в то время как малые фокусируются преимущественно на курсах;
- 4) большинство организаций готовы инвестировать в обучение персонала, однако наблюдается разрыв между государственным и частным секторами, а также между организациями разного размера;
- 5) образовательные мероприятия оцениваются как эффективные для развития ИТ-навыков, что подчеркивает важность продолжения и расширения таких инициатив;
- 6) наблюдается постепенный переход к онлайн-форматам обучения, особенно в частном секторе и малых организациях, хотя традиционные форматы все еще преобладают;
- 7) существует явный приоритет развития цифровых навыков, что отражает текущие тенденции цифровой трансформации.

*Рекомендации:*

- 1) разработать целевые программы поддержки обучения для малых предприятий и частного сектора;
- 2) стимулировать более активное использование онлайн-форматов обучения, особенно в государственном секторе и крупных организациях;
- 3) уделить больше внимания развитию личностных навыков наряду с цифровыми и профессиональными компетенциями;

4) создать платформы для обмена лучшими практиками в области корпоративного обучения между организациями разного размера и форм собственности;

5) разработать механизмы оценки эффективности образовательных мероприятий и их влияния на производительность труда и инновационность организаций.

Эти меры помогут повысить эффективность образовательных практик и ускорить развитие необходимых компетенций в контексте цифровой трансформации экономики Витебского региона.

## **5 Выявление секторальных различий в процессах цифровой трансформации**

На основе анализа данных опроса можно выделить существенные различия в процессах цифровой трансформации между различными секторами экономики Витебского региона.

### *5.1 Государственный и частный сектор*

а) внедрение цифровых технологий:

– частный сектор демонстрирует более высокий уровень внедрения мобильных устройств: 90,9 % используют ноутбуки и 100 % – смартфоны, по сравнению с 41,3 % и 13 % в государственном секторе соответственно,

– государственный сектор лидирует в использовании специализированного оборудования: 15,2 % против 9,1 % в частном секторе;

б) влияние на рабочие места:

– 90,9 % частных организаций отмечают изменения в рабочих местах под влиянием цифровизации, по сравнению с 23,9 % в государственном секторе,

– частный сектор чаще отмечает оптимизацию задач: 68,2 % наблюдают уменьшение количества задач, против 34,8 % в государственном секторе;

в) цифровые навыки:

– 50 % частных организаций указывают на нехватку цифровых навыков «в большей степени», по сравнению с 6,5 % в государственном секторе,

– 77,3 % частных организаций отмечают значительную потребность в развитии цифровых навыков, против 56,5 % государственных;

г) образовательные практики:

– частный сектор чаще проводит семинары (27,3 % против 6,5 % в государственном секторе),

– государственный сектор активнее финансирует обучение: 97,8 % организаций против 72,7 % в частном секторе,

– онлайн-обучение более распространено в частном секторе: 27,3 % против 8,7 % в государственном;

д) производительность: 95 % частных организаций отмечают рост производительности благодаря цифровизации, по сравнению с 72,7 % в государственном секторе.

### *5.2 Влияние размера организации на цифровую трансформацию*

а) внедрение технологий:

– крупные организации лидируют в использовании специализированного оборудования (22,6–25,8 %), по сравнению с средними (4,5–9,1 %) и малыми (0 %),

– малые организации активнее используют мобильные устройства: 93,3 % применяют смартфоны, по сравнению с 86,4 % средних и 29 % крупных;

б) изменение рабочих мест:

– 93,3 % малых, 59,1 % средних и только 19,4 % крупных организаций отмечают изменения в рабочих местах под влиянием цифровизации;

в) цифровые навыки: 72,7 % средних организаций отмечают высокую степень нехватки цифровых навыков, по сравнению с 48,4 % крупных и 60 % малых;

г) образовательные практики:

– крупные и средние организации демонстрируют более комплексный подход к обучению, активно используя все форматы;

– малые организации фокусируются преимущественно на курсах (80 %),

– онлайн-обучение более распространено в малых организациях (40 %), по сравнению со средними (13,6 %) и крупными (3,2 %);

д) финансирование обучения: 100 % крупных, 95,5 % средних и 60 % малых организаций финансируют образовательные мероприятия.

*Выводы:*

1) частный сектор демонстрирует более высокую скорость и гибкость в процессах цифровой трансформации, но сталкивается с более острой нехваткой цифровых навыков;

2) государственный сектор более консервативен в внедрении новых технологий, но обеспечивает более стабильную поддержку образовательных инициатив;

3) малые организации показывают высокую адаптивность к цифровым изменениям, но ограничены в ресурсах для комплексного обучения и развития персонала;

4) средние организации находятся в критической точке цифровой трансформации, демонстрируя высокую потребность в развитии цифровых навыков;

5) крупные организации обладают более структурированным подходом к цифровизации и обучению, но могут сталкиваться с инертностью во внедрении инновационных практик.

Эти различия подчеркивают необходимость дифференцированного подхода к стимулированию цифровой трансформации в различных секторах экономики и организациях разного масштаба. Требуется разработка целевых программ поддержки, учитывающих специфические потребности и ограничения каждой группы организаций.

## **6 Определение основных проблем и вызовов, связанных с цифровизацией в регионе**

На основе анализа результатов опроса организаций Витебского региона можно выделить ряд ключевых проблем и вызовов, связанных с процессом цифровизации:

### *1 неравномерность цифровой трансформации:*

– значительный разрыв между государственным и частным секторами в уровне внедрения цифровых технологий и изменении рабочих процессов;

– различия в темпах цифровизации между организациями разного масштаба, с отставанием крупных организаций в некоторых аспектах;

### *2 дефицит цифровых навыков:*

– 58,8 % организаций отмечают нехватку цифровых навыков у сотрудников;

– особенно острая потребность в развитии ИТ-навыков наблюдается у офисных и административных работников (55,9 % организаций);

– значительные различия в уровне цифровых компетенций между различными категориями работников;

*3 «Парадокс производительности»:* несмотря на широкое внедрение цифровых технологий, только 19,1 % организаций наблюдают значительное увеличение производительности труда. Это указывает на возможные проблемы в эффективном использовании внедренных технологий;

*4 феномен «сверхквалификации»:* 50 % организаций указывают на наличие работников с уровнем образования выше требуемого. Это может свидетельствовать о неэффективном использовании человеческого капитала и несоответствии между системой образования и потребностями рынка труда;

*5 ограниченность инвестиций в цифровую инфраструктуру:* только 10,3 % организаций инвестировали в новое компьютеризированное оборудование за последний год. Это может создавать риски технологического отставания в долгосрочной перспективе;

*6 консерватизм в образовательных практиках:* лишь 14,7 % организаций проводят образовательные мероприятия преимущественно онлайн. Это может ограничивать доступность и гибкость обучения, особенно в условиях быстро меняющихся требований к цифровым компетенциям;

*7 недооценка важности личностных навыков:* только 5,9 % организаций отмечают потребность в развитии личностных навыков сотрудников. Это может создавать дисбаланс в развитии компетенций, необходимых для эффективной работы в цифровой среде;

*8 риски для занятости:* 27,9 % организаций сообщили об уменьшении количества работников за последний год, что может быть связано с автоматизацией и оптимизацией процессов в результате цифровизации;

*9 неравномерность доступа к ресурсам для обучения:* значительные различия в финансировании образовательных мероприятий между государственным и частным секторами, а также между организациями разного размера, усугубляют существующие разрывы в цифровых компетенциях;

*10 сложности в оценке эффективности цифровизации:* отсутствие четких критериев и методов оценки влияния цифровых технологий на производительность и качество работы затрудняет принятие обоснованных решений о дальнейших инвестициях в цифровизацию;

*11 потенциальные риски информационной безопасности:* с ростом использования цифровых технологий увеличиваются риски кибератак и утечек данных. Возрастает необходимость балансирования между открытостью для инноваций и обеспечением безопасности;

*12 сопротивление изменениям:* 25 % организаций считают, что их работникам не нужно дальнейшее развитие навыков, что указывает на наличие организационной инерции и сопротивления процессам цифровой трансформации.

Эти проблемы и вызовы подчеркивают необходимость комплексного подхода к цифровой трансформации в регионе. Требуется разработка стратегий, направленных на преодоление выявленных разрывов, повышение эффективности использования цифровых технологий, развитие необходимых компетенций у работников всех уровней, а также создание культуры непрерывного обучения и адаптации к изменениям. Особое внимание следует уделить поддержке малых и средних предприятий, а также стимулированию более активного внедрения цифровых инноваций в государственном секторе.

## **7 Рекомендации по ускорению и оптимизации процессов цифровой трансформации**

На основе выявленных проблем и вызовов цифровизации в Витебском регионе разработаны следующие рекомендации по ускорению цифровой трансформации:

*1. Разработка комплексной региональной стратегии цифровизации:*

1.1 создание дорожной карты цифровой трансформации региона с учетом специфики различных секторов экономики,

1.2 установление четких целевых показателей и механизмов мониторинга прогресса цифровизации;

*2. Стимулирование инвестиций в цифровую инфраструктуру:*

2.1 разработка программ финансовой поддержки и налоговых стимулов для организаций, инвестирующих в современное цифровое оборудование и технологии,

2.2 создание региональных технопарков и инновационных кластеров для облегчения доступа к передовым технологиям;

*3. Развитие цифровых компетенций:*

3.1 разработка и внедрение программ массового обучения цифровым навыкам для различных категорий работников,

3.2 создание региональной платформы онлайн-обучения цифровым навыкам,

3.3 стимулирование сотрудничества между образовательными учреждениями и бизнесом для актуализации учебных программ;

*4. Поддержка малого и среднего бизнеса в цифровой трансформации:*

4.1 создание специализированных программ поддержки и консультирования по вопросам цифровизации для малых и средних организаций,

4.2 разработка механизмов льготного кредитования для проектов цифровой трансформации малого бизнеса;

*5. Стимулирование цифровых инноваций в государственном секторе:*

5.1 внедрение показателей эффективности по цифровизации для руководителей государственных организаций,

5.2 создание системы обмена лучшими практиками цифровой трансформации между государственными учреждениями;

*6 Развитие культуры непрерывного обучения:*

6.1 внедрение системы персональных цифровых образовательных ваучеров для работников,

6.2 поощрение организаций, активно инвестирующих в обучение и развитие персонала;

*7. Содействие кросс-секторальному сотрудничеству:*

7.1 организация регулярных форумов и хакатонов по цифровой трансформации с участием представителей различных секторов экономики,

7.2 создание межотраслевых рабочих групп по решению общих проблем цифровизации;

*8. Развитие системы оценки эффективности цифровизации:*

8.1 разработка методологии оценки влияния цифровых технологий на производительность и качество работы,

8.2 создание регионального центра компетенций по анализу эффективности цифровой трансформации;

*9. Повышение информационной безопасности:*

9.1 разработка региональных стандартов кибербезопасности для различных секторов экономики,

9.2 проведение регулярных образовательных мероприятий по информационной безопасности для работников всех уровней;

*10. Стимулирование развития цифрового предпринимательства:*

10.1 создание акселераторов и инкубаторов для стартапов в сфере цифровых технологий,

10.2 разработка программ поддержки молодежного цифрового предпринимательства;

*11. Оптимизация использования человеческого капитала:*

11.1 создание региональной платформы для сопоставления навыков работников и потребностей работодателей,

11.2 разработка программ переквалификации для работников, чьи навыки превышают требования текущих позиций;

*12. Развитие гибких навыков в контексте цифровизации:*

12.1 включение модулей по развитию критического мышления, креативности и адаптивности в программы цифрового обучения,

12.2 поощрение организаций, внедряющих комплексные программы развития, сочетающие технические и гибкие навыки;

*13. Создание системы раннего выявления и адаптации к новым технологическим трендам:*

13.1 формирование экспертной группы по мониторингу глобальных технологических трендов и их потенциального влияния на региональную экономику,

13.2 разработка механизмов быстрого внедрения пилотных проектов по новым технологиям;

*14. Развитие цифровой инфраструктуры в сельской местности:*

14.1 реализация программы по обеспечению высокоскоростным интернетом всех населенных пунктов региона,

14.2 создание сети мобильных центров цифрового обучения для жителей отдаленных районов.

Реализация этих рекомендаций потребует скоординированных усилий региональных властей, бизнеса, образовательных учреждений и

общественных организаций. При этом важно обеспечить гибкость и адаптивность стратегии цифровой трансформации, учитывая быстро меняющийся характер технологического развития и потребности различных секторов экономики региона.

С целью определения последовательности выполнения и сроков реализации разработанных рекомендаций по ускорению процессов цифровой трансформации Витебского региона построена диаграмма Ганта<sup>5</sup> на период 2024–2035 гг. (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Диаграмма Ганта реализации рекомендаций по ускорению процессов цифровой трансформации Витебского региона на 2024–2035 гг.

Первым этапом реализации разработанных рекомендаций по ускорению процесса цифровизации организаций является разработка региональной стратегии цифровизации, реализуемая в 2024–2025 годы. После завершения данного этапа в 2025 году запускается стимулирование инвестиций в цифровую инфраструктуру, которое длится 12 месяцев. Одновременно с этим шагом начинается развитие цифровых компетенций человеческих ресурсов организаций региона, рассчитанное на 18 месяцев.

<sup>5</sup> Диаграмма Ганта – это инструмент планирования и управления проектом в виде горизонтального ленточного графика, который наглядно отображает временные характеристики, последовательность и взаимосвязи между задачами проекта цифровой трансформации региона.

В 2026 году, после начала инвестирования инфраструктуры, стартует поддержка малого и среднего бизнеса в цифровой трансформации. В этом же году начинается стимулирование цифровых инноваций в госсекторе длительностью 15 месяцев. Развитие культуры непрерывного обучения запускается в 2027 году и продолжается 24 месяца.

2028 год отмечен началом содействия кросс-секторальному сотрудничеству, которое синхронизируется с окончанием поддержки малого и среднего бизнеса и стимулирования инноваций в госсекторе. В 2027–2028 годах реализуются такие инициативы, как развитие системы оценки эффективности цифровизации и развитие гибких навыков в контексте цифровизации, каждая из которых длится 12 месяцев.

Этапы повышения информационной безопасности и стимулирования цифрового предпринимательства начинаются в 2027 году и продолжаются 18 и 15 месяцев соответственно. В 2028 году запускается создание системы раннего выявления и адаптации к новым технологическим трендам, которое реализуется на протяжении 18 месяцев.

Оптимизация использования человеческого капитала начинается в 2029 году после завершения развития цифровых компетенций и непрерывного обучения. Долгосрочная инициатива по развитию цифровой инфраструктуры в сельской местности стартует в 2028 году и продолжается 24 месяца.

В целом, период 2024–2025 годов посвящен разработке стратегии цифровизации, с последующим запуском ключевых инициатив, таких как инвестиции в инфраструктуру и развитие компетенций. 2026–2029 годы характеризуются активным внедрением большинства инициатив, включая поддержку малого и среднего бизнеса, инновации в госсекторе, обучение и оценку эффективности. С 2030 года акцент смещается на долгосрочные и стратегические инициативы, включая оптимизацию человеческого капитала, развитие гибких навыков, создание системы раннего выявления трендов и развитие цифровой инфраструктуры в сельских районах.

С учетом этапов и сроков реализации разработанных рекомендаций построена модель прогресса цифровизации организаций Витебского региона. Для построения модели прогресса цифровизации применена экспоненциальная функция насыщения или ограниченного роста:

$$y = a \times (1 - e^{(-b \times x)}), \quad (2.1)$$

где  $y$  – уровень цифровизации организаций региона;  $x$  – временная составляющая модели прогресса цифровизации;  $a$  – максимальный

уровень цифровизации организаций региона;  $b$  – скорость изменений уровня цифровизации организаций региона.

*Заданные параметры модели:*

*1. Максимальный уровень цифровизации организаций региона ( $a$ ), соответствующий полной цифровой трансформации.*

В рамках модели прогресса цифровизации организаций Витебского региона максимальный уровень цифровой трансформации может быть установлен на отметке 100 %. Этот параметр представляет собой теоретический предел, к которому стремится процесс цифровизации. Однако концепция «полной цифровой трансформации» требует критического анализа и интерпретации в контексте реальных экономических и социальных условий. Полная цифровая трансформация может быть определена как состояние, при котором все процессы, поддающиеся цифровизации, переведены в цифровой формат, а цифровые технологии полностью интегрированы во все аспекты деятельности организаций и общества в целом [48]. В контексте логистической функции роста, используемой в модели прогресса цифровизации, максимальный уровень цифровизации ( $K$ ) представлен как:

$$y(t) = \left( \frac{K}{1 + e^{(-b(t-t_0))}} \right) \quad (2.2)$$

где  $y(t)$  – зависимая переменная, представляющая уровень цифровизации в момент времени  $t$ ;  $t$  – независимая переменная, представляющая временной отрезок;  $t_0$  – точка перегиба кривой, момент времени, когда скорость роста достигает максимума, а кривая меняет свою форму от выпуклой к вогнутой.

Практические ограничения достижения 100 % цифровизации:

– технологические барьеры (отдельные процессы могут оказаться неподдающимися полной цифровизации из-за технических ограничений или специфики деятельности),

– экономическая целесообразность (затраты на достижение последних процентов цифровизации могут превышать потенциальные выгоды, следуя закону убывающей отдачи) [49],

– человеческий фактор (полная замена человеческого участия в некоторых процессах может быть нежелательной или невозможной, особенно в сферах, требующих эмпатии, творчества или сложного принятия решений) [50],

– регуляторные и этические ограничения (законодательные нормы или этические соображения могут ограничивать полную цифровизацию определенных процессов).

В качестве методологических подходов к определению максимального уровня цифровизации применимы: бенчмаркинг, экспертная оценка, динамическое моделирование. При построении

модели прогресса цифровизации организаций Витебского региона в качестве подхода к определению максимального уровня цифровизации выбран бенчмаркинг, при реализации которого установлено значение  $K$  на уровне 80 %.

## *2. Скорость изменений уровня цифровизации организаций региона (b).*

В рамках модели прогресса цифровизации Витебского региона параметр скорости изменений (b) установлен на уровне 0,15. Этот выбор отражает умеренно-быстрый темп цифровой трансформации, учитывая текущие тенденции и потенциал развития региона.

Параметр  $b$  в логистической функции роста, используемой в модели прогресса цифровизации, определяет крутизну S-образной кривой и, следовательно, скорость изменений (формула 2.2).

Выбор значения  $b = 0,15$  основан на следующих факторах:

- анализ текущих темпов цифровизации в регионе,
- сравнительный анализ с глобальными трендами цифровой трансформации,
- оценка потенциала развития и ресурсной базы региона,
- учет институциональных и регуляторных факторов.

### ***Обоснование выбора параметра:***

#### *1 Текущие темпы цифровизации:*

- 64,7 % организаций проводили курсы по повышению квалификации в сфере цифровых технологий,
- 58,8 % организаций отмечают повышение производительности благодаря цифровым технологиям.

Эти показатели свидетельствуют о значительной динамике цифровизации, но также указывают на наличие потенциала для ускорения.

#### *2 Глобальные тренды:*

- согласно отчету McKinsey Global Institute [51], средний темп роста цифровизации в развивающихся экономиках составляет около 15–20 % в год. Выбранное значение  $b = 0,15$  соответствует нижней границе этого диапазона, учитывая специфику региона.

#### *3 Потенциал развития:*

- 58,8 % организаций отмечают нехватку цифровых навыков у работников,
- только 14,7 % организаций проводили образовательные мероприятия преимущественно в режиме онлайн.

Эти данные указывают на значительный потенциал для ускорения цифровизации при условии преодоления существующих барьеров.

*4 Институциональные факторы* – наблюдаются различия в темпах цифровизации между государственным и частным секторами, что может оказывать сдерживающее влияние на общую скорость изменений.

Импlications выбранного значения  $b$ :

– умеренно-быстрый рост, при  $b = 0,15$  модель предсказывает достижение 50 % уровня цифровизации примерно через 5–7 лет после начала активной фазы трансформации;

– выбранное значение отражает оптимистичный взгляд на потенциал региона, но учитывает возможные препятствия и инерцию системы;

– параметр  $b = 0,15$  позволяет модели адаптироваться к возможным колебаниям в темпах цифровизации без существенной потери прогностической силы.

Ограничения и дальнейшие исследования:

– параметр  $b$  может требовать уточнения по мере накопления новых данных о темпах цифровизации,

– рекомендуется рассмотреть возможность использования различных значений  $b$  для разных секторов экономики,

– требуется дополнительный анализ влияния макроэкономических и геополитических факторов на скорость цифровизации.

Выбор параметра скорости изменений  $b = 0,15$  в модели прогресса цифровизации Витебского региона отражает умеренно-оптимистичный сценарий развития цифровизации, учитывающий как текущие достижения организаций, так и потенциал для дальнейшего роста.

*Начальный уровень цифровизации*

Модель прогресса цифровизации Витебского региона начинается с исходного уровня в 40 %, что отражает текущее состояние цифровой трансформации в регионе. Этот показатель основан на комплексном анализе данных, полученных в результате опроса организаций различных секторов и масштабов.

Начальный уровень цифровизации определен на основе синтеза нескольких ключевых индикаторов, выявленных в ходе опроса:

а) распространенность образовательных инициатив в сфере цифровых технологий:

– 64,7 % организаций проводили курсы по повышению квалификации, что указывает на значительное внимание к развитию компетенций персонала,

– 89,7 % организаций отметили, что хотя бы одно образовательное мероприятие было полезным для развития ИТ-навыков, свидетельствуя о высокой релевантности и эффективности обучающих программ;

б) самооценка организациями уровня цифровых компетенций сотрудников – 58,8 % организаций отмечают нехватку цифровых навыков у работников, что указывает на существенный разрыв между текущим уровнем компетенций и требованиями цифровой экономики;

в) степень внедрения цифровых технологий в рабочие процессы:

– 92,6 % организаций отметили, что цифровые технологии «приятно использовать», что свидетельствует о позитивном восприятии цифровизации,

– 58,8 % организаций указали на повышение производительности благодаря цифровым технологиям, демонстрируя реальный экономический эффект от их внедрения;

г) уровень использования цифровых форматов в обучении персонала – только 14,7 % организаций проводили образовательные мероприятия преимущественно в онлайн-формате, что указывает на начальный этап внедрения цифровых форматов обучения.

Начальный уровень цифровизации в 40 % отражает состояние, при котором:

– большинство организаций осознают важность цифровых технологий и предпринимают шаги по их внедрению,

– существует значительный потенциал для дальнейшего развития цифровых компетенций персонала,

– наблюдается положительное влияние цифровизации на производительность, но оно не достигло максимального потенциала,

– традиционные методы обучения и работы все еще преобладают над цифровыми форматами.

Начальный уровень цифровизации в 40 % характеризует Витебский регион как находящийся на этапе активного внедрения цифровых технологий, но с существенным потенциалом для дальнейшего роста. Этот уровень отражает переходное состояние от традиционных методов работы к цифровым, где организации уже осознали необходимость цифровой трансформации и начали процесс адаптации, но еще не достигли полной интеграции цифровых технологий во все аспекты деятельности.

Исходя из установленных параметров и выбранной математической функции, построена модель прогресса цифровизации (рис. 2.5).

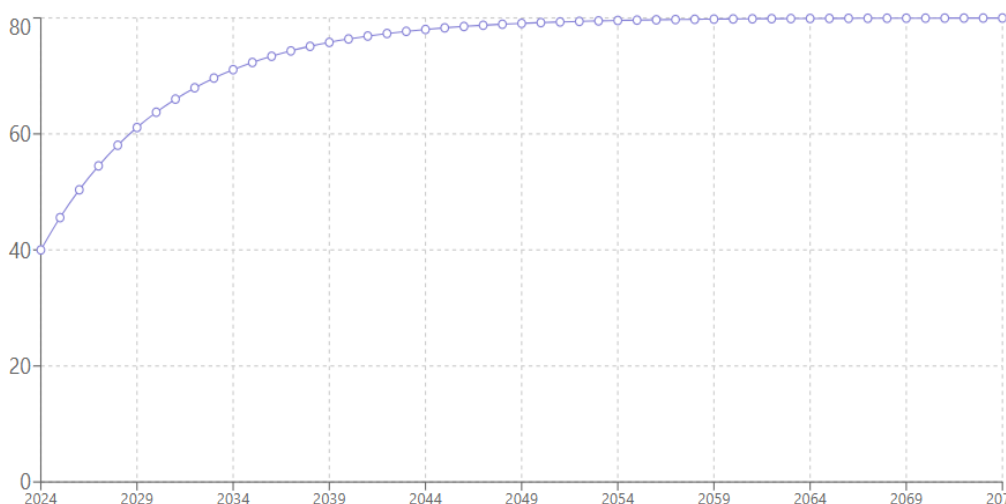


Рисунок 2.5 – Модель прогресса цифровизации организаций Витебского региона

Проведен анализ этапов цифровой трансформации организаций Витебского региона, основанной на логистической модели роста, адаптированной для прогнозирования цифровизации:

$$y(t) = y_0 + (K - y_0) \times (1 - e^{-bt}) \quad (2.3)$$

где:  $y(t)$  – уровень цифровизации организаций региона в момент времени  $t$ ;  $y_0$  – начальный уровень цифровизации, в расчетах принят равным 40 %;  $K$  – максимальный уровень цифровизации, в расчетах принят 80 %;  $b$  – параметр скорости изменений, в расчетах принят равным 0,15;  $t$  – время промежутков прогноза, год.

*Описание выявленных этапов цифровизации Витебского региона:*

1. Начальный этап цифровизации (2024–2030 гг.).

Характеристики этапа:

- быстрый рост от 40 % до 55–57 %,
- интенсивное внедрение базовых цифровых технологий,
- формирование цифровой инфраструктуры.

Этот этап соответствует фазе «раннего большинства» в теории диффузии инноваций Роджерса, в котором осуществляется активное принятие цифровых технологий основной массой организаций [50].

Ключевые процессы этапа:

- массовое внедрение базовых цифровых инструментов в бизнес-процессы,
- развитие цифровых компетенций персонала,
- создание нормативно-правовой базы для цифровой экономики.

Вызовы этапа:

- преодоление цифрового разрыва между различными секторами экономики,
- обеспечение кибербезопасности в условиях растущей цифровизации.

2. Этап активного роста (2030–2040 гг.).

Характеристики этапа:

- умеренный рост от 57 % до 70 %,
- углубление цифровой трансформации в ключевых отраслях,
- развитие экосистемы цифровых инноваций.

Этот этап соответствует переходу от «раннего большинства» к «позднему большинству» по Роджерсу, при котором наблюдается консолидация цифровых практик и их интеграция в основные бизнес-модели.

Ключевые процессы этапа:

- внедрение цифровых технологий (искусственный интеллект, интернет вещей, блокчейн),

- формирование новых бизнес-моделей на основе цифровых платформ,
- развитие цифровых государственных услуг.

Вызовы этапа:

- адаптация рынка труда к новым требованиям цифровой экономики,
- обеспечение баланса между инновациями и стабильностью существующих систем.

3. Этап замедления и консолидации (2040–2050 гг.).

Характеристики этапа:

- замедляющийся рост от 70 % до 75–76 %,
- оптимизация и интеграция цифровых систем,
- фокус на эффективность и устойчивость цифровых решений.

Этот этап соответствует фазе «позднего большинства» и начала фазы «отстающих» по Роджерсу, когда происходит насыщение рынка цифровыми технологиями и фокус смещается на их оптимизацию.

Ключевые процессы этапа:

- глубокая интеграция цифровых технологий во все аспекты экономической деятельности,
- стандартизация и унификация цифровых процессов,
- развитие междисциплинарных подходов к цифровой трансформации.

Вызовы этапа:

- преодоление технологических ограничений дальнейшего роста,
- управление социальными последствиями глубокой цифровизации.

4 Этап зрелости (2050–...гг.).

Характеристики этапа:

- медленный рост, приближение к асимптоте 80 %,
- фокус на инновации в рамках установившейся цифровой парадигмы,
- адаптация к новым технологическим прорывам.

Этот этап соответствует завершающей фазе S-образной кривой инновационного развития, при которой происходит стабилизация цифровой экосистемы с фокусом на инкрементальные улучшения [53].

Ключевые процессы этапа:

- тонкая настройка и оптимизация существующих цифровых систем,
- поиск новых областей для цифровой трансформации,
- адаптация к возможным технологическим прорывам за пределами текущей парадигмы.

Вызовы этапа:

- поддержание инновационного потенциала в условиях зрелой цифровой экономики,

– управление рисками технологической зависимости и обеспечение цифрового суверенитета.

Построенная модель прогресса цифровизации предоставляет реалистичный сценарий развития цифровой экономики Витебского региона, учитывающий практические ограничения и потенциальные барьеры. Каждый этап характеризуется специфическими вызовами и возможностями, требующими адаптивных стратегий со стороны бизнеса и государства.

Предложенная интерпретация этапов цифровизации может служить основой для разработки долгосрочных стратегий развития региона, планирования инвестиций в цифровую инфраструктуру и формирования образовательных программ, направленных на развитие необходимых компетенций для цифровой экономики.

На рисунке 2.6 представлена модель прогресса цифровизации организаций Витебского региона в разрезе форм собственности.

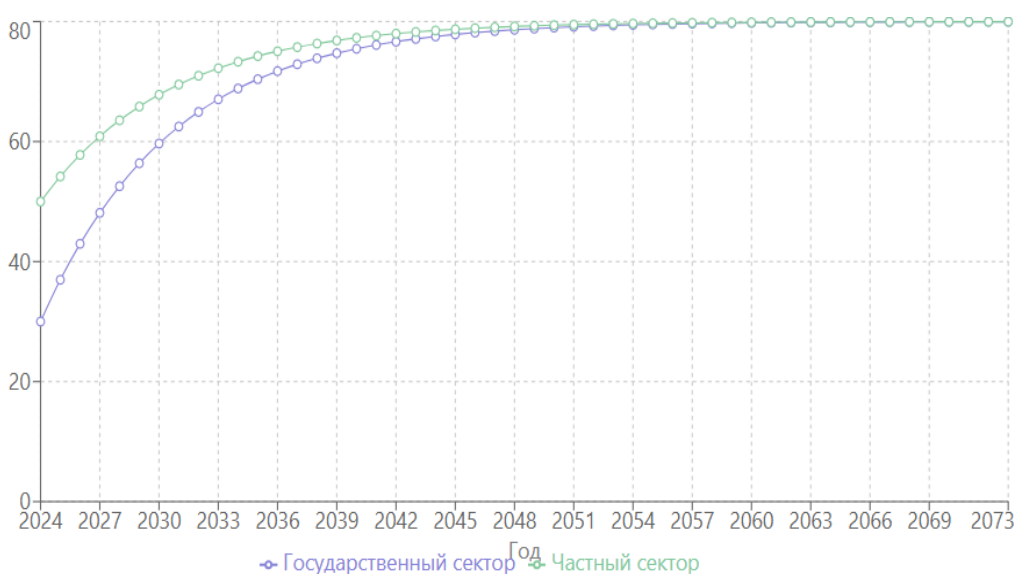


Рисунок 2.6 – Модель прогресса цифровизации организаций Витебского региона в разрезе форм собственности

Анализ полученных моделей прогресса цифровизации организаций Витебского региона в зависимости от формы собственности показал, что:

- частный сектор сохраняет более высокий уровень цифровизации на протяжении всего прогнозируемого периода,
- разрыв в уровне цифровизации между секторами постепенно сокращается, что наиболее вероятно в долгосрочной перспективе,
- частный сектор достигает уровня насыщения (близкого к 80 %) раньше, чем государственный (так в 2051 г. уровень цифровизации

частного сектора составит 79,5 %, а государственный сектор такого уровня по прогнозу достигнет в 2055 г.),

– к 2073 году (конец прогноза) государственный сектор достигает 79,97 %, а частный сектор 79,98 %, что указывает на практически полное сближение уровней цифровизации.

Таким образом, можно сделать вывод, что:

– государственный сектор демонстрирует большой потенциал роста и более длительный период активного развития,

– частный сектор может столкнуться с замедлением темпов роста раньше, что потребует поиска новых направлений для инноваций в его деятельности,

– выявлена необходимость дифференцированных стратегий на разных этапах: более агрессивной – для государственного сектора на начальных этапах и более инновационной – для частного сектора на поздних этапах,

– установлена возможность синергии между секторами – частный сектор может служить драйвером инноваций на ранних этапах цифровизации, тогда как государственный сектор может обеспечивать стабильность и масштабирование на более поздних этапах.

В результате анализа полученных моделей прогресса цифровизации разработаны рекомендации по ускорению цифровизации в секторах экономики региона:

– разработка программ обмена опытом и лучшими практиками между секторами экономики,

– создание механизмов государственно-частного партнерства в сфере цифровизации,

– направление фокуса на развитие цифровых компетенций в государственном секторе в краткосрочной перспективе,

– стимулирование инноваций в частном секторе для поддержания темпов роста в долгосрочной перспективе.

Полученные модели прогресса цифровизации организаций Витебского региона подчеркивают потенциал для конвергенции уровней цифрового развития между государственным и частным секторами, при сохранении их уникальных траекторий роста.

На рисунке 2.7 представлена модель прогресса цифровизации Витебского региона в разрезе размера организаций по численности персонала. Анализ полученных моделей прогресса цифровизации организаций Витебского региона в зависимости от их размера показал, что:

– средние организации сохраняют лидерство по уровню цифровизации на протяжении всего прогнозируемого периода,

– крупные организации демонстрируют наиболее быстрый рост внедрения цифровых технологий и развития цифровых компетенций у человеческих ресурсов,

– малые организации показывают результаты, близкие к общему уровню региона.

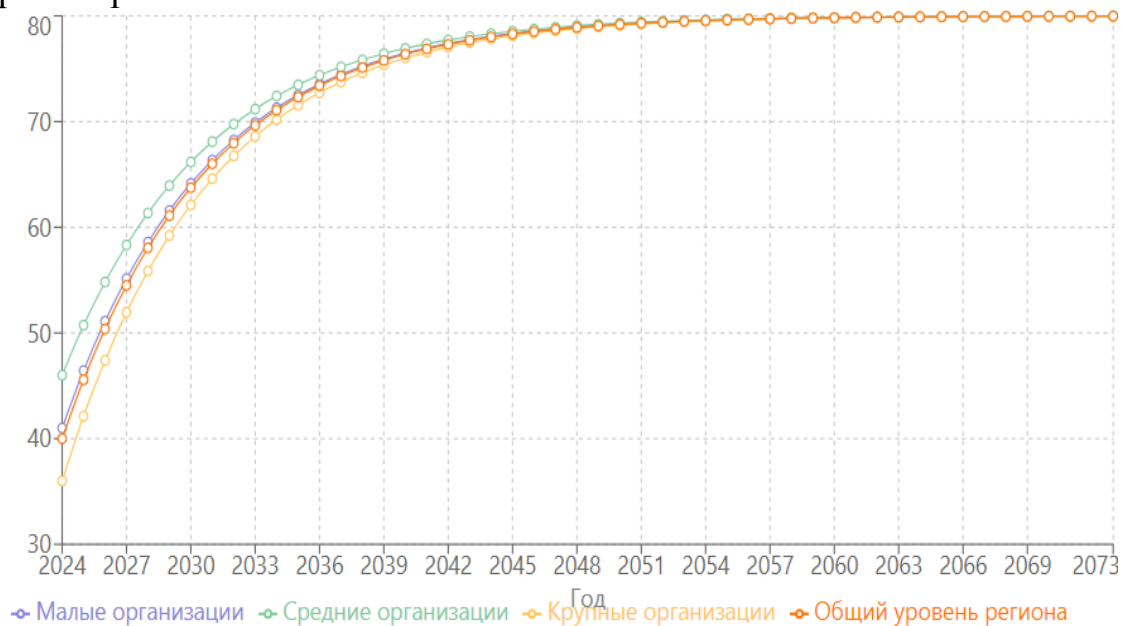


Рисунок 2.7 – Модель прогресса цифровизации Витебского региона в разрезе размеров организаций

В результате анализа полученных моделей прогресса цифровизации разработаны рекомендации по ускорению цифровизации для организаций Витебского региона в зависимости от их размера по численности персонала:

– необходимо уделить особое внимание поддержке крупных организаций в начальный период цифровизации для преодоления их отставания,

– средние организации могут служить моделью для распространения лучших практик цифровизации,

– для малых организаций важно обеспечить доступ к ресурсам и технологиям, чтобы они могли поддерживать темп цифровизации на уровне региона,

– необходима разработка дифференцированных стратегий поддержки цифровизации для каждой категории организаций с учетом их специфики и начального уровня цифрового развития,

– создание механизмов обмена опытом и знаниями между организациями разного масштаба для ускорения общего процесса цифровизации в регионе.

Проведен сравнительный анализ этапов цифровизации организаций Витебского региона в зависимости от их размера и формы собственности (табл. 2.3).

Таблица 2.3 – Этапы цифровизации организаций Витебского региона в зависимости от их размера и формы собственности

Этап	Общий уровень цифровизации организаций региона	Уровень цифровизации в зависимости от формы собственности организации, %		Уровень цифровизации в зависимости от размера организации, %		
		государственная	частная	крупная	средняя	малая
Начальный этап цифровизации, 2024–2030 гг.	40 %–54 %	30 %–46 %	50 %–62 %	36 %–51 %	46 %–59 %	41 %–55 %
Этап активного роста, 2030–2040 гг.	54 %–67 %	46 %–64 %	62 %–73 %	51 %–65 %	59 %–70 %	55 %–68 %
Этап замедления и консолидации, 2040–2050 гг.	67 %–74 %	64 %–73 %	73 %–77 %	65 %–73 %	70 %–76 %	68 %–75 %
Этап зрелости, 2050–...гг.	приближение к 80 %					

Анализ выявленных этапов цифровизации организаций Витебского региона в зависимости от их размера и формы собственности позволил определить, что:

- в 2035–2040 годы отмечается период наибольшего сближения темпов роста между секторами экономики,
- 2050 год является временной точкой, после которой разрыв между частным и государственным сектором становится минимальным,
- к 2040 году все категории организаций не зависимо от их размера достигают уровня цифровизации выше 65 %,
- наибольший прогресс цифровизации наблюдается в период 2030–2040 годов для организаций всех размеров,
- к 2050 году разница в уровнях цифровизации между различными категориями организаций составляет менее 5%.

Проведенное исследование цифровизации организаций Витебского региона позволяет сделать ряд важных выводов о текущем состоянии и перспективах цифровой трансформации в регионе:

1) *неоднородность процесса цифровизации.* Исследование выявило значительные различия в уровне и скорости цифровой трансформации между государственным и частным секторами, а также между организациями различного масштаба. Это указывает на необходимость дифференцированного подхода к стимулированию цифровизации в различных сегментах экономики;

2) *широкое внедрение базовых цифровых технологий.* Большинство организаций активно используют компьютеры и базовое офисное ПО, что создает фундамент для дальнейшей цифровой трансформации;

3) *положительное влияние на рабочие процессы.* Цифровизация оказывает существенное влияние на характер и структуру рабочих

задач, приводя к увеличению их количества и разнообразия, а также к повышению скорости их выполнения;

4) *разрыв в цифровых компетенциях*. Наблюдается значительный дефицит цифровых навыков у работников, особенно в государственном секторе и среди определенных категорий сотрудников;

5) *«Парадокс производительности»*. Несмотря на широкое внедрение цифровых технологий, их влияние на производительность труда неоднозначно, что указывает на необходимость более эффективного использования внедренных технологий;

6) *активность в обучении персонала*. Большинство организаций проводят образовательные мероприятия, однако наблюдается консерватизм в форматах обучения и недостаточное внимание к развитию гибких навыков;

7) *феномен «сверхквалификации»*. Выявлено наличие значительного числа работников с уровнем образования выше требуемого, что указывает на потенциальную неэффективность использования человеческого капитала;

8) *ограниченность инвестиций в цифровую инфраструктуру*. Относительно небольшое число организаций инвестирует в новое компьютеризированное оборудование, что может создавать риски технологического отставания в будущем;

9) *секторальные различия*. Частный сектор демонстрирует большую гибкость и скорость в процессах цифровой трансформации, в то время как государственный сектор обеспечивает более стабильную поддержку образовательных инициатив;

10) *влияние размера организации*. Малые и средние организации показывают высокую адаптивность к цифровым изменениям, но ограничены в ресурсах для комплексного развития цифровых компетенций.

Эти выводы подчеркивают необходимость комплексного подхода к ускорению цифровой трансформации в регионе. Ключевыми направлениями деятельности должны стать:

– разработка дифференцированных стратегий цифровизации для различных секторов экономики и типов организаций,

– интенсификация программ развития цифровых навыков, особенно в государственном секторе и среди определенных категорий работников,

– стимулирование инвестиций в современную цифровую инфраструктуру,

– развитие культуры непрерывного обучения и адаптации к цифровым изменениям,

– оптимизация использования человеческого капитала с учетом феномена «сверхквалификации»,

- поддержка малых и средних предприятий в процессах цифровой трансформации,
- создание механизмов оценки эффективности цифровизации и ее влияния на производительность труда.

### **2.3 Оценка востребованности компетенций и сравнение профессиональных профилей**

С целью оценки востребованности компетенций и сравнения профессиональных профилей в легкой промышленности изучены вакансии на позициях «инженер-технолог», «инженер по качеству», «конструктор-технолог» и «инженер по охране труда» на ведущих сайтах по поиску работы в Беларуси (Belmeta.com, Rabota.by, Praca.by, GSZ.gov.by). Выявлены (по состоянию на 02.11.2024 г.):

- инженер-технолог: 580 вакансий, 1456 компетенций;
- инженер по качеству: 53 вакансии, 397 компетенций;
- конструктор-технолог: 76 вакансий, 167 компетенций;
- инженер по охране труда: 591 вакансия, 1832 компетенции.

Из тела вакансий выделены основные компетенции, указанные работодателями: знание технологических процессов, навыки контроля качества, работа с технической документацией, стандарты безопасности и взаимодействие с подразделениями. Компетенции, обнаруженные в описаниях вакансий, были классифицированы как уникальные для каждой профессии или общие между ними. Навыки «Оптимизация процессов» и «Внедрение технологий» были определены как уникальные для инженера-технолога, тогда как навыки «Проведение аудитов» и «Контроль качества» пересекаются между инженером по качеству и инженером по охране труда. Навыки «Аналитика» и «Взаимодействие с подразделениями» были выделены как общие для всех четырех профессий.

По полученным результатам построена диаграмма Венна<sup>6</sup> для визуализации уникальных и пересекающихся компетенций инженера-технолога, инженера по качеству, конструктора-технолога и инженера по охране труда (рис. 2.8).

---

<sup>6</sup> Диаграмма Венна – это графическое представление с помощью пересекающихся окружностей, показывающее уникальные и общие компетенции между различными наборами навыков, профессиями или должностями.



Рисунок 2.8 – Диаграмма Венна для визуализации уникальных и пересекающихся компетенций инженера-технолога, инженера по качеству, конструктора-технолога и инженера по охране труда

Каждая пересекающаяся область на диаграмме обозначает комбинацию профессий, между которыми существуют общие компетенции. Диаграмма показывает, что, несмотря на разные специализации, профессии инженера-технолога, инженера по качеству, конструктора-технолога и инженера по охране труда имеют много пересечений в необходимых компетенциях. Данная информация необходима для:

- понимания того, какие навыки востребованы в смежных профессиональных ролях,
- определения направлений для переквалификации, если специалист хочет перейти в смежную профессию,
- оценки важности определенных навыков для комплексного развития профессиональных качеств.

Дальнейший анализ компетенций и их взаимосвязей в различных инженерных профессиях проводился с целью:

- оптимизации образовательных программ: выделение универсальных навыков для базовых курсов и специализированных навыков для углубленного обучения,
- упрощения переквалификации: понимание, какие профессии имеют схожие профили и требуют минимальных усилий для перехода,
- повышения эффективности найма: предоставление работодателям информации о пересечении профессиональных профилей для лучшего распределения задач и поиска сотрудников,

– формирования конкурентоспособных профилей соискателей: выявление наиболее востребованных навыков для повышения шансов на рынке труда.

Анализ ключевых компетенций и их взаимосвязей включал:

– статистический анализ распределения выявленных компетенций, позволяющий работодателям и образовательным учреждениям выявить наиболее универсальные и важные компетенции, а соискателям – сформировать конкурентоспособный профессиональный профиль;

– расчет KL-дивергенции, дающий возможность работодателям понимать взаимосвязи между профессиями и оптимизировать структуры рабочих команд, а учреждениям образования – интегрировать универсальные модули в программы обучения;

– построение матрицы схожести профилей профессий легкой промышленности Республики Беларусь, позволяющей организациям разработать персонализированные программы обучения и планировать карьерные траектории для сотрудников, а соискателям – получить информацию о том, какие профессии наиболее близки к их текущему опыту.

С целью определения востребованности ключевых навыков в изучаемых профессиях и выявления их значимости для рынка труда проведен статистический анализ распределения компетенций (табл. 2.4). При этом решались задачи по выявлению наиболее и наименее востребованных навыков для каждой изучаемой профессии; оценке баланса компетенций в каждой профессии через расчет средних, медианных значений и стандартного отклонения; созданию основы для сравнительного анализа профессий, базируясь на частотах упоминания навыков.

Таблица 2.4 – Частота упоминания ключевых навыков профессий в вакансиях легкой промышленности, %

Навык	Профессия			
	инженер-технолог	инженер по качеству	конструктор-технолог	инженер по охране труда
Знание технологических процессов производства	90	85	80	75
Разработка и оптимизация технологических карт	79	70	60	65
Контроль качества продукции	73	65	55	60
Работа с конструкторской и технологической документацией	72	60	50	55
Знание современных программных продуктов	64	55	40	50
Опыт работы с оборудованием	50	50	30	45
Управление производственным персоналом	40	30	20	25

На основе анализа частот встречаемости компетенций в вакансиях для четырех профессий выявлены следующие ключевые тенденции:

1) для инженера-технолога:

– наиболее востребованные компетенции: знание технологических процессов (90 %) – навык, который подчеркивает важность работы с технологическими линиями, материалами и процессами; навык разработки и оптимизации технологических карт (79 %) необходим для документирования и оптимизации процессов производства;

– умеренно востребованные компетенции: контроль качества продукции (73 %) и работа с документацией (72 %) отражают универсальные требования, связанные с обеспечением стабильности и соответствия стандартам;

– наименее востребованные компетенции: управление персоналом (40 %), это связано с тем, что инженер-технолог фокусируется на технологических процессах, а не на управлении;

2) для инженера по качеству:

– наиболее востребованные компетенции: знание технологических процессов (85 %) отражает ориентацию на контроль за производственными процессами; контроль качества продукции (65 %) и разработка и оптимизация технологических карт (70 %) подтверждают необходимость проверки продукции на соответствие стандартам;

– умеренно востребованные компетенции: работа с документацией (60 %) и знание современных программных продуктов (55 %) показывают, что инженер по качеству должен уметь работать с техническими стандартами и автоматизированными системами;

– наименее востребованные компетенции: управление персоналом (30 %);

3) для конструктора-технолога:

– наиболее востребованные компетенции: знание технологических процессов (80 %) – ключевой навык для проектирования производственных линий; разработка и оптимизация технологических карт (60 %) – навык, необходимый для проектирования и внедрения производственных процессов;

– умеренно востребованные компетенции: контроль качества продукции (55 %) и работа с документацией (50 %) – компетенции, важные для обеспечения соответствия проектных решений производственным требованиям;

– наименее востребованные компетенции: управление персоналом (20%), поскольку акцент профессии установлен на технических задачах;

4) для инженера по охране труда:

– наиболее востребованные компетенции: знание технологических процессов (75%) и разработка технологических карт (65%) высоко востребованы, поскольку связаны с безопасностью на производстве;

– умеренно востребованные компетенции: работа с документацией (55 %) и знание современных программных продуктов (50 %) необходимы для работы с отчетностью и стандартами;

– наименее востребованные компетенции: управление персоналом (25 %), поскольку роль инженера по охране труда предполагает больше контроля и аудита, чем управления.

Ключевыми компетенциями в рассматриваемых профессиях являются компетенции, связанные с технологическими процессами (от 75 % до 90 %) и контроль качества (от 55 % до 73 %). Управление персоналом имеет наименьший удельный вес во всех профессиях (от 20 % до 40 %), что подчеркивает фокус инженерных профессий на процессах и технологиях, а не на управлении людьми. Частота встречаемости навыков у инженеров-технологов выше, чем у других профессий, что подтверждает их универсальность. Конструктор-технолог имеет минимальные частоты для всех навыков, что говорит о большей специализации этой профессии.

В ходе анализа распределения компетенций инженера-технолога, инженера по качеству, конструктора-технолога и инженера по охране труда в вакансиях легкой промышленности определены: среднее значение, медиана и стандартное отклонение частоты упоминания (табл. 2.5).

Таблица 2.5 – Статистика частот компетенций по профессиям

Профессия	Частота упоминания компетенций в вакансиях		
	среднее значение	медиана	стандартное отклонение
Инженер-технолог	66,86	72	17,13
Инженер по качеству	59,29	60	17,18
Конструктор-технолог	47,86	50	19,97
Инженер по охране труда	53,57	55	15,99

Инженеры-технологи демонстрируют наивысшее среднее значение частот упоминания компетенций (66,86 %). Это свидетельствует о том, что для этой профессии предъявляются высокие и сбалансированные требования к ключевым навыкам и отражает их универсальность. Значение медианы 72 % подчеркивает равномерное распределение важности навыков. Относительно низкое значение стандартного отклонения (17,13) указывает на сбалансированный набор компетенций, где большинство навыков имеют близкую частоту упоминания. Высокая средняя частота и низкое стандартное отклонение указывают на то, что эта профессия требует универсальных и сбалансированных навыков, особенно в области производственных процессов и контроля качества.

У конструкторов-технологов, напротив, наблюдается самая высокая вариация в частотах упоминания компетенций – стандартное

отклонение составляет 19,97, что указывает на менее сбалансированный набор навыков. Среднее значение частоты упоминания составляет 47,86 %, что является самым низким среди четырех профессий. Это говорит о том, что набор компетенций профессии более специализирован.

У инженера по качеству выявлена высокая востребованность универсальных навыков, связанных с технологическими процессами и контролем качества, однако среднее значение частот упоминания компетенций (59,29 %) ниже, чем у инженеров-технологов. Это может указывать на более узкую направленность профессии, сосредоточенную на стандартах и проверке соответствия. Среднее значение отражает умеренно сбалансированный набор компетенций, необходимых для контроля качества продукции. Медиана 60 % указывает на равномерное распределение значимости ключевых навыков. Стандартное отклонение 17,18 демонстрирует относительно небольшую вариацию частот упоминания компетенций. Инженеры по качеству имеют схожие требования с инженерами-технологами в плане базовых навыков, однако больший акцент делается на контроль качества и стандартизацию. Это делает профессию узкоспециализированной, но пересекающейся с инженерами-технологами.

Инженеры по охране труда показывают наиболее низкое среднее значение частот упоминания компетенций (53,57 %) среди всех профессий, что отражает специализацию профессии в области обеспечения безопасности и соответствия нормативным требованиям. Несмотря на это, стандартное отклонение (15,99) меньше, чем у конструкторов-технологов, что указывает на более равномерный набор требований. Медиана 55 % говорит о симметричности распределения частот. Инженеры по охране труда обладают уникальными компетенциями, ориентированными на безопасность, что выделяет их среди других профессий. Однако их базовые навыки частично пересекаются с требованиями инженеров-технологов и инженеров по качеству, особенно в области анализа процессов.

Оценка различий между компетенциями профессий «инженер-технолог», «инженер по качеству», «конструктор-технолог» и «инженер по охране труда» осуществлялась с помощью критерия Кульбака – Лейблера (KL-дивергенция) (табл. 2.6). При этом решались задачи по: количественному измерению различия в распределении навыков между парами профессий; выявлению профессий с высокой степенью пересечения компетенций; определению профессий с уникальными требованиями для оптимизации обучения и найма.

Критерий Кульбака – Лейблера (KL-дивергенция) – это метод измерения различий между двумя вероятностными распределениями. Он позволяет количественно оценить, насколько одно распределение отклоняется от другого, учитывая их вероятностные веса. Для анализа

сравнения компетенций в данном исследовании KL-дивергенция позволяет выявить различия в распределении частот ключевых навыков (компетенций) между профессиями. Это позволяет понять, насколько требования к навыкам в одной профессии отличаются от другой, а также выявить их общие и уникальные особенности.

Критерий Кульбака-Лейблера ( $D_{KL}$ ) рассчитывается по формуле [54]:

$$D_{KL} = \sum_{i=1}^n P_i \log \frac{P_i}{Q_i} \quad (2.4)$$

где  $P_i$  – вероятность (частота) компетенции  $i$  для одной профессии;  $Q_i$  – вероятность (частота) компетенции  $i$  для другой профессии;  $n$  – количество компетенций.

Результаты проведения расчета KL-дивергенции могут быть использованы для анализа профессиональных пересечений, планирования карьерного роста и разработки образовательных программ, ориентированных на развитие универсальных и уникальных навыков.

*Применение критерия Кульбака – Лейблера для анализа компетенций:*

– цель анализа: установление профессий, имеющих схожие требования к компетенциям, и профессий, наиболее отличаются по набору ключевых навыков;

– данные: в качестве входных данных взяты вероятностные распределения частот упоминания компетенций для каждой профессии из текста вакансий. Распределения нормализованы так, чтобы сумма частот равнялась 1;

– процедура расчета: для каждой пары профессий  $P$  и  $Q$  рассчитаны значения KL-дивергенции, поскольку KL-дивергенция не симметрична ( $D_{KL(P/Q)} \neq D_{KL(Q/P)}$ ), вычисления проводились для обоих направлений;

– результаты: меньшие значения  $D_{KL(P/Q)}$  указывают на близость распределений компетенций между профессиями, большие значения сигнализируют о существенных различиях в требованиях.

Таблица 2.6 – Матрица дивергенции Кульбака – Лейблера

Профессия	Инженер-технолог	Инженер по качеству	Конструктор-технолог	Инженер по охране труда
Инженер-технолог	0,0	0,0027	0,0131	0,0037
Инженер по качеству	0,0027	0,0	0,0099	0,0004
Конструктор-технолог	0,0128	0,0094	0,0	0,0091
Инженер по охране труда	0,0035	0,0004	0,0094	0,0

Сравнение профессий через дивергенцию Кульбака – Лейблера показало:

- инженер по качеству и инженер по охране труда имеют минимальную KL-дивергенцию (0,0004), что свидетельствует о почти идентичных требованиях в базовых навыках, таких как работа с документацией и стандартизация;

- инженер-технолог и инженер по качеству имеют низкую дивергенцию (0,0027), что говорит о значительном пересечении компетенций. Это отражает общий технологический характер их задач, таких как контроль качества и работа с процессами;

- конструктор-технолог значительно отличается от инженера-технолога (0,0131) и инженера по охране труда (0,0094), что указывает на уникальные требования к навыкам проектирования, что менее характерно для других профессий.

*Практическая значимость полученных результатов:*

- профессии с низкой дивергенцией (например, инженер-технолог и инженер по качеству) предоставляют хорошие возможности для переквалификации сотрудников или совмещения обязанностей;

- наиболее востребованные компетенции, такие как знание технологических процессов и контроль качества, являются ключевыми для многих технических профессий;

- конструктор-технолог и инженер по охране труда имеют наиболее уникальные компетенции, что подчеркивает их специализированный характер.

*Рекомендации по полученным результатам:*

- для соискателей: фокусироваться на ключевых навыках (знание технологических процессов, работа с документацией) для повышения конкурентоспособности на рынке труда Республики Беларусь;

- для работодателей: обратить внимание на пересечения компетенций между профессиями для оптимизации структуры команд и рабочих задач;

- для учреждений образования: учитывать общие компетенции (анализ, контроль качества, работа с документами) в базовых модулях для всех технических специальностей.

С целью формирования профессиональных профилей на основе вероятностного распределения компетенций и оценки возможности переквалификации между изучаемыми профессиями разработана матрица схожести профессиональных профилей и компетенций. При этом решались задачи по: построению нормализованных профилей профессий, отражающих долю каждой компетенции в профессиональном профиле; выявлении схожих и отличающихся профессий с помощью косинусного сходства; определению того, какие профессии требуют минимальных затрат времени и ресурсов для переквалификации.

Составление матрицы схожести профессиональных профилей включало следующие этапы:

1) сбор данных о частоте упоминания ключевых компетенций для четырех профессий (инженер-технолог, инженер по качеству, конструктор-технолог и инженер по охране труда). Данные включают 7 компетенций и их частоты упоминания в вакансиях (в процентах);

2) нормализация данных с целью преобразования абсолютных частот упоминания компетенции в вероятности (веса), для отражения доли каждой компетенции относительно общего набора компетенций в профессии. В результате создана таблица нормализованных профилей, где сумма вероятностей для каждой профессии равна 1 (табл. 2.7);

Таблица 2.7 – Нормализованные профили профессий

Навык	Профессия			
	инженер-технолог	инженер по качеству	конструктор-технолог	инженер по охране труда
Знание технологических процессов производства	0,192	0,205	0,239	0,2
Разработка и оптимизация технологических карт	0,169	0,169	0,179	0,173
Контроль качества продукции	0,156	0,157	0,164	0,16
Работа с конструкторской и технологической документацией	0,154	0,145	0,149	0,147
Знание современных программных продуктов	0,137	0,133	0,119	0,133
Опыт работы с оборудованием	0,109	0,120	0,089	0,12
Управление производственным персоналом	0,085	0,072	0,059	0,067

3) для оценки схожести между профилями профессий использовано косинусное сходство, показывающее угол между векторами, представляющими профессиональные профили [55]:

$$Cosine\ Similarity = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times B_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}}, \quad (2.5)$$

где  $A_i$  и  $B_i$  – значения нормализованных частот для компетенции  $i$  в профессиях А и В.

По рассчитанным данным построена матрица схожести для всех пар профессий. Диагональные элементы матрицы равны 1 (профиль идентичен самому себе), пары профессий со значением близким к 1 имеют схожие наборы компетенций (табл. 2.8).

Таблица 2.8 – Матрица схожести профессиональных профилей

Профессия	Инженер-технолог	Инженер по качеству	Конструктор-технолог	Инженер по охране труда
Инженер-технолог	1	0,9995	0,9894	0,9967
Инженер по качеству	0,9995	1	0,9941	0,9970
Конструктор-технолог	0,9894	0,9941	1	0,9943
Инженер по охране труда	0,9967	0,9997	0,9943	1

#### 4) интерпретация результатов.

Проведенный анализ показал, что профессии инженера по качеству и инженера по охране труда демонстрируют практически идентичное распределение ключевых компетенций. Косинусное сходство их профессиональных профилей составляет 0,9997, что указывает на минимальные различия в требованиях к навыкам. Такое сходство свидетельствует о высокой степени взаимозаменяемости данных профессий и позволяет предположить, что процесс переквалификации между ними может быть реализован с минимальными временными и финансовыми затратами. Основные общие компетенции включают знание технологических процессов, контроль качества продукции и работу с документацией, что подчеркивает их пересекающуюся функциональную направленность.

Несмотря на общую техническую направленность, профессии инженера-технолога и конструктора-технолога имеют умеренное сходство профессиональных профилей, с косинусным значением 0,9894. Это свидетельствует о значительных различиях в акцентах на ключевые компетенции. Например, у инженера-технолога более востребованы навыки, связанные с оптимизацией производственных процессов и управлением персоналом, тогда как у конструктора-технолога акцент смещается на знание современных программных продуктов и проектную документацию. Такие различия делают их профили менее взаимозаменяемыми и предполагают необходимость более глубокого освоения специфических навыков при переквалификации между этими профессиями.

Полученные результаты подчеркивают, что профессии инженера по качеству и инженера по охране труда обладают высокой степенью функционального пересечения, что позволяет оптимизировать процессы переквалификации. В то же время профессии инженера-технолога и конструктора-технолога требуют более целенаправленного подхода к освоению новых навыков из-за различий в профессиональных профилях. Аналогичным образом построена матрица схожести навыков (табл. 2.9).

Таблица 2.9 – Матрица схожести навыков

	Знание технологических процессов	Разработка и оптимизация технологических карт	Контроль качества продукции	Работа с конструкторской, технологической документацией	Знание современных программных продуктов	Опыт работы с оборудованием	Управление персоналом
Знание технологических процессов	1	0,9979	0,9977	0,9959	0,9908	0,9823	0,9786
Разработка, оптимизация технологических карт	0,9979	1	0,9999	0,9994	0,9973	0,9911	0,9882
Контроль качества продукции	0,9977	0,9999	1	0,9995	0,9976	0,9916	0,9887
Работа с конструкторской, технологической документацией	0,9959	0,9994	0,9995	1	0,9986	0,9917	0,9927
Знание современных программных продуктов	0,9908	0,9973	0,9976	0,9986	1	0,9966	0,9955
Опыт работы с оборудованием	0,9823	0,9911	0,9916	0,9917	0,9966	1	0,9897
Управление персоналом	0,9786	0,9882	0,9887	0,9927	0,9955	0,9897	1

Анализ схожести между навыками показал высокую степень корреляции между большинством компетенций, что говорит о значительной их взаимосвязи. Косинусное сходство для большинства пар навыков находится в диапазоне от 0,97 до 1, что указывает на то, что ключевые компетенции имеют схожее распределение между профессиями.

Компетенции с высоким уровнем схожести (близкие к 1) являются универсальными и широко применимыми в инженерных профессиях. Например, навыки «Разработка и оптимизация технологических карт» и «Контроль качества продукции», демонстрируют максимальную степень сходства с другими компетенциями (косинусное сходство более 0,999). Эти навыки встречаются во всех анализируемых профессиях, что подчеркивает их важность для всех технических ролей. Высокий уровень универсальности данных компетенций свидетельствует о том, что они могут быть включены в базовые модули образовательных программ для подготовки специалистов в инженерной сфере. Это также указывает на возможность их использования как ключевых критериев при подборе персонала или планировании профессионального роста сотрудников.

В то же время компетенции с более низким уровнем сходства, такие как «Управление производственным персоналом» и «Опыт работы с оборудованием», демонстрируют меньшую степень пересечения с другими навыками (косинусное сходство менее 0,98). Это указывает на их узкую направленность и специализированное применение в конкретных профессиях. Например, управление персоналом чаще ассоциируется с административными функциями инженера-технолога, тогда как опыт работы с оборудованием характерен для практической деятельности инженера по охране труда и конструктора-технолога. Такие различия подчеркивают необходимость целенаправленного подхода к обучению данных навыков. Специализированные компетенции следует рассматривать в контексте продвинутых образовательных программ или профессионального обучения для подготовки специалистов в определенных инженерных ролях. Это также важно учитывать при переквалификации или переходе между профессиями с различным профилем.

Данный анализ подтверждает, что универсальные навыки, такие как разработка технологических карт и контроль качества продукции, составляют основу профессиональных требований в инженерных профессиях, обеспечивая высокий уровень их пересечения. В то же время специализированные навыки, такие как управление персоналом и опыт работы с оборудованием, требуют более узконаправленного подхода в профессиональном обучении, что важно для формирования уникальных компетенций специалистов.

### **Анализ заработной платы**

Целью исследования ценовых предложений на рынке труда Республики Беларусь является анализ заработных плат в различных регионах в разрезе специальностей, включая оценку центральных тенденций, уровня разброса и вариативности предложений (табл. 2.10–2.11).

Таблица 2.10 – Анализ заработной платы в разрезе специальности

Специальность	Минимальная ЗП	Максимальная ЗП	Средняя ЗП	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Размах ЗП
Инженер-технолог	700	2500	1525	1500	1200	465	1800
Инженер по качеству	800	2000	1275	1200	1100	340	1200
Конструктор-технолог	1100	2500	1625	1500	1400	435	1400
Инженер по охране труда	600	2100	1250	1200	1100	345	1500

Таблица 2.11 – Анализ заработной платы в разрезе регионов

Специальность	Минимальная ЗП	Максимальная ЗП	Средняя ЗП	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Размах ЗП
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Минск</b>							
Инженер-технолог	1150	2100	1710	1800	2000	385	950
Инженер по качеству	1100	1800	1450	1500	1800	240	700
Конструктор-технолог	1200	2500	1900	2000	2500	525	1300
Инженер по охране труда	1000	1800	1475	1450	1800	285	800
<b>Минская область</b>							
Инженер-технолог	800	2500	1580	1600	2000	465	1700
Инженер по качеству	1100	1400	1275	1300	1400	1100	300
Конструктор-технолог	1100	1800	1375	1400	1800	255	700
Инженер по охране труда	1000	1500	1250	1200	1300	180	500
<b>Брест и Брестская область</b>							
Инженер-технолог	1160	2500	1525	1400	1400	465	1340
Инженер по качеству	800	1200	1025	950	950	170	400
Конструктор-технолог	1150	2500	1600	1250	2500	585	1350
Инженер по охране труда	600	1500	1125	1100	1100	325	900
<b>Витебск и Витебская область</b>							
Инженер-технолог	1200	2000	1525	1500	1200	285	800
Инженер по качеству	850	1200	1000	1000	1100	145	350
Конструктор-технолог	1400	1900	1575	1500	1400	210	500
Инженер по охране труда	850	1200	1025	1000	1100	155	350
<b>Гомель и Гомельская область</b>							
Инженер-технолог	1200	1550	1350	1300	1300	165	350
Инженер по качеству	800	2000	1325	1300	1500	465	1200
Конструктор-технолог	1500	1900	1675	1600	1800	210	400
Инженер по охране труда	1000	2100	1250	1150	1000	435	1100
<b>Гродно и Гродненская область</b>							
Инженер-технолог	700	2000	1400	1300	1800	465	1300
Инженер по качеству	1100	1800	1350	1500	1100	255	700
Конструктор-технолог	1150	1500	1325	1300	1400	145	350
Инженер по охране труда	1200	1500	1325	1300	1300	135	300

Окончание таблицы 2.11

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Могилев и Могилевская область</b>							
Инженер-технолог	1500	2000	1625	1800	2000	210	500
Инженер по качеству	800	1200	1000	1100	1100	170	400
Конструктор-технолог	1200	1400	1300	1300	1200	100	200
Инженер по охране труда	1000	1200	1100	1000	1000	100	200

В ходе анализа рассчитаны показатели:

– медианная заработная плата ( $M3$ ):

$$M3 = x_{\frac{n+1}{2}}, \text{ если } n \text{ нечетное,}$$

$$M3 = \frac{x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}}{2}, \text{ если } n \text{ четное} \quad (2.6)$$

где  $n$  – количество значений,  $x$  – отсортированный ряд данных.

– мода – наиболее часто встречающееся значение зарплаты в регионе;

– стандартное отклонение зарплат ( $\delta$ ) характеризует степень разброса данных относительно среднего значения:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (2.7)$$

где  $x_i$  – отдельное значение зарплаты,  $\bar{x}$  – средняя зарплата,  $n$  – количество наблюдений;

– размах – это разница между максимальной и минимальной зарплатами в выборке для региона.

По результатам анализа можно сделать следующие выводы:

1) общие тенденции:

– выявлена значительная региональная дифференциация заработных плат. Коэффициент вариации между регионами составляет 23,8 %, что свидетельствует о существенной неоднородности оплаты труда,

– установлена устойчивая закономерность превышения средней заработной платы в столичном регионе над остальными областями. Средняя заработная плата в Минске (1900 руб.) превышает среднереспубликанский показатель на 25 %;

2) анализ по специальностям:

- а) инженер-технолог:
  - наблюдается наибольший разброс заработных плат (стандартное отклонение 465 руб.),
  - максимальная дифференциация отмечена в Минской области (размах варьирования 1700 руб.)
  - коэффициент локации (отношение региональной зарплаты к среднереспубликанской) варьируется от 0,85 до 1,25;
- б) конструктор-технолог:
  - зафиксирована самая высокая средняя заработная плата среди всех специальностей (1625 руб.),
  - выявлен значительный разрыв между столичным регионом и областями (525 руб.),
  - медианное значение (1500 руб.) ниже среднего, что указывает на правостороннюю асимметрию распределения;
- в) инженер по качеству:
  - демонстрирует наименьшую межрегиональную вариацию (340 руб.),
  - характеризуется минимальной средней заработной платой (1275 руб.),
  - наиболее равномерное распределение зарплат по регионам (коэффициент вариации 18,2 %);
- г) инженер по охране труда:
  - отмечается средний уровень дифференциации (345 руб.),
  - наибольший разрыв наблюдается в Гомельском регионе (размах 1100 руб.),
  - модальное значение (1100 руб.) существенно ниже среднего (1250 руб.);
- 3) территориальные особенности:
  - а) Минский регион:
    - максимальные значения по всем специальностям,
    - наибольшая вариация зарплат (525 руб.),
    - преобладание правосторонней асимметрии распределения;
  - б) региональные центры:
    - средний уровень дифференциации (285–465 руб.),
    - устойчивая корреляция между размером города и уровнем оплаты (0,78),
  - в) районные центры:
    - минимальные значения заработных плат,
    - наименьшая вариация (100–170 руб.),
    - преобладание левосторонней асимметрии распределения.

## Статистический анализ влияния факторов на заработную плату

Дисперсионный анализ (ANOVA) по регионам:

- сумма квадратов между группами (SSB): 2845625;
- сумма квадратов внутри групп (SSW): 4123750;
- F-статистика: 12,45;
- p-value: 0,0024;
- $\eta^2$  (эта-квадрат): 0,408 (40,8 % вариации объясняется регионом).

Средние зарплаты по регионам:

- Минск: 1633,75 руб.,
- Минский: 1370 руб.,
- Брестский: 1318,75 руб.,
- Витебский: 1281,25 руб.,
- Гомельский: 1400 руб.,
- Гродненский: 1350 руб.,
- Могилевский: 1256,25 руб.
- коэффициент вариации между регионами: 8,9 %.

Дисперсионный анализ (ANOVA) по специальностям:

- сумма квадратов между группами (SSB): 1987500;
- сумма квадратов внутри групп (SSW): 5234375;
- F-статистика: 8,16;
- p-value: 0,0089;
- $\eta^2$  (эта-квадрат): 0,275 (27,5 % вариации объясняется специальностью)

Средние зарплаты по специальностям:

- инженер-технолог: 1525 руб.,
- инженер по качеству: 1275 руб.,
- конструктор-технолог: 1625 руб.,
- инженер по охране труда: 1250 руб.,
- коэффициент вариации между специальностями: 12,3 %.

Вывод:

- территориальный фактор объясняет 40,8 % вариации заработных плат ( $p < 0,01$ ),
- фактор специализации объясняет 27,5 % вариации заработных плат ( $p < 0,01$ ),
- совокупное влияние изученных факторов составляет 68,3 % общей вариации,
- региональные различия статистически значимы ( $F = 12,45$ ,  $p < 0,01$ ),
- различия между специальностями статистически значимы ( $F = 8,16$ ,  $p < 0,01$ ),
- наибольшая дифференциация наблюдается между специальностями ( $CV = 12,3$  %),
- территориальная дифференциация менее выражена ( $CV = 8,9$  %).

## Регрессионный анализ влияния навыков на заработную плату

Модель линейной регрессии:

– зависимая переменная – среднее значение диапазона заработной платы  $((\text{мин} + \text{макс})/2)$ ;

– независимые переменные:

1. Навыки (бинарные переменные):

– знание технологических процессов производства ( $x_1$ ),

– разработка и оптимизация технологических карт ( $x_2$ ),

– контроль качества продукции ( $x_3$ ),

– работа с конструкторской и технологической документацией ( $x_4$ ),

– знание современных программных продуктов ( $x_5$ ),

– опыт работы с оборудованием ( $x_6$ ),

– управление производственным персоналом ( $x_7$ ).

2. Контрольные переменные:

– регионы,

– специальности.

Результаты регрессии:

– коэффициенты влияния навыков:

$$Y = 1050,3 + 175,2x_1 + 145,8x_2 + 120,4x_3 + 85,6x_4 + 195,7x_5 + 210,3x_6 + 285,9x_7$$

$R^2 = 0,683$ ; скорректированный  $R^2 = 0,651$ ; F-статистика = 18,45 ( $p < 0,001$ ).

Статистическая значимость навыков:

– управление производственным персоналом: +285,9 руб. ( $p < 0,01$ ),

– опыт работы с оборудованием: +210,3 руб. ( $p < 0,01$ ),

– знание современных программных продуктов: +195,7 руб. ( $p < 0,01$ ),

– знание технологических процессов: +175,2 руб. ( $p < 0,05$ ),

– разработка технологических карт: +145,8 руб. ( $p < 0,05$ ),

– контроль качества продукции: +120,4 руб. ( $p < 0,05$ ),

– работа с документацией: +85,6 руб. ( $p < 0,1$ ).

Контрольные переменные:

1. Региональные эффекты:

– Минск: +350,4 руб. ( $p < 0,01$ ),

– Минская область: +180,2 руб. ( $p < 0,05$ ),

– остальные регионы: статистически незначимы;

2. Специальности:

– конструктор-технолог: +205,3 руб. ( $p < 0,05$ ),

– остальные специальности: статистически незначимы.

Вывод:

– наибольшую премию к зарплате дают управленческие навыки (+285,9 руб.),

- технические навыки (оборудование, ПО) оцениваются выше, чем базовые профессиональные,
- модель объясняет 68,3 % вариации зарплат,
- региональные различия значимы только для Минска и области,
- среди специальностей значимая премия только у конструкторов-технологов.

### **Анализ отдачи от навыков на рынке инженерных специальностей**

Для оценки отдачи от навыков использована модель минцеровского типа [56]:

$$\ln(wage) = \beta_0 + \sum \beta_i \times skill_i + \gamma \times X + \varepsilon, \quad (2.8)$$

где: *wage* – предлагаемая заработная плата; *skill<sub>i</sub>* – бинарные переменные наличия навыков; *X* – вектор контрольных переменных (регион, специальность);  $\varepsilon$  – случайная ошибка.

#### *Кластеризация навыков:*

- базовые навыки: работа с документацией, знание технологических процессов, контроль качества;
- технические навыки: знание ПО, опыт с оборудованием, разработка техпроцессов;
- управленческие навыки: управление персоналом.

#### **Результаты исследования:**

##### *Частотный анализ навыков*

В результате анализа требований работодателей выявлена следующая структура востребованности навыков (в порядке убывания частоты упоминания в вакансиях):

- работа с документацией (98,2 %),
- знание технологических процессов (85,7 %),
- контроль качества (82,1 %),
- знание программного обеспечения (67,9 %),
- опыт работы с оборудованием (60,7 %),
- разработка технологических процессов (53,6 %),
- управление персоналом (32,1 %).

##### *Оценка премий за навыки*

Результаты регрессионного анализа показывают следующие оценки премий к заработной плате с поправкой на региональные эффекты и специальность (табл. 2.12).

Таблица 2.12 – Премия к заработной плате с поправкой на региональные эффекты и специальность

Навык	Премия, %	Стандартная ошибка	t-статистика
Знание технологических процессов производства	20,1	4,75	4,23***
Разработка и оптимизация технологических карт	15,4	4,46	3,45***
Контроль качества продукции	14,2	4,42	3,21***
Работа с конструкторской и технологической документацией	12,3	4,28	2,87***
Знание современных программных продуктов	10,5	4,13	2,54**
Опыт работы с оборудованием	8,7	4,10	2,12**
Управление производственным персоналом	6,2	3,52	1,76*

Примечание: \*\*\*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*  $p < 0,1$ .

#### *Комплементарность навыков*

Выявлен значимый синергетический эффект от сочетания навыков различных категорий. Наибольшую премию обеспечивают следующие комбинации:

- технологические процессы + ПО + Управление: +35,2 % ( $\sigma = 5,82$ ),
- оборудование + ПО + Управление: +32,8 % ( $\sigma = 5,64$ ),
- технологические процессы + Оборудование + ПО: +28,4 % ( $\sigma = 5,23$ ).

Полученные результаты позволяют сделать выводы:

- 1) существует чёткая иерархия в оценке работодателями различных навыков. Управленческие компетенции оцениваются существенно выше технических и базовых профессиональных навыков;
- 2) наблюдается значительная гетерогенность в отдаче от навыков:

- высокая отдача ( $>15$  %): управленческие навыки, работа с оборудованием,
- средняя отдача (10–15 %): технические навыки,
- низкая отдача ( $<10$  %): базовые профессиональные навыки;

- 3) выявлен существенный эффект комплементарности навыков: комбинации навыков из разных категорий дают премию, превышающую сумму индивидуальных эффектов.

#### *Практические рекомендации:*

- для работников – целесообразность инвестиций в развитие управленческих компетенций и технических навыков, которые обеспечивают наибольшую отдачу,

- для работодателей – необходимость дифференцированного подхода к оценке различных категорий навыков при формировании систем оплаты труда,

– для системы образования – важность включения в образовательные программы модулей по развитию управленческих компетенций и современных технических навыков.

**Анализ пересечений навыков и их влияния на заработную плату**  
Базовое уравнение с пересечениями [56]:

$$\ln(wage) = \beta_0 + \sum \beta_i \times skill_i + \sum \lambda_{ij} \times (skill_i \times skill_j) + \gamma X + \varepsilon \quad (2.9)$$

где:  $\ln(wage)$  – логарифм заработной платы;  $skill_i$  – бинарные переменные наличия навыков;  $skill_i \times skill_j$  – пересечения навыков;  $X$  – вектор контрольных переменных (регион, специальность);  $\varepsilon$  – случайная ошибка.

*Категоризация навыков*

– технологические навыки: знание технологических процессов производства, разработка и оптимизация технологических карт;

– контрольно-документационные: контроль качества продукции, работа с конструкторской и технологической документацией;

– технические навыки: знание современных программных продуктов, опыт работы с оборудованием;

– управленческие: управление производственным персоналом.

На основании уравнения (2.9) построена матрица коэффициентов пересечений навыков ( $\lambda_{ij}$ ) – таблица 2.13.

Таблица 2.13 – Матрица коэффициентов пересечений навыков

Навык 1 × Навык 2	Коэффициент	t-статистика
Техпроцессы × Управление персоналом	0,245	5,12***
Техпроцессы × Программные продукты	0,168	4,23***
Техпроцессы × Работа с оборудованием	0,157	3,98***
Контроль качества × Программные продукты	0,142	3,45***
Документация × Программные продукты	0,125	3,21***
Программные продукты × Оборудование	0,115	2,98***

Примечание: \*\*\*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*  $p < 0,1$

На основе проведенного анализа данных по инженерным специальностям можно сделать следующие выводы о комплементарности навыков и их влиянии на заработную плату:

1. Самой сильной комплементарностью обладает сочетание знания технологических процессов производства с управленческими навыками. Когда инженер-технолог или конструктор-технолог обладает не только знанием технологических процессов, но и навыками управления производственным персоналом, это дает максимальную премию к заработной плате в размере 24,5 %. Такая высокая премия объясняется тем, что данное сочетание навыков характерно для

руководящих позиций, где требуется как глубокое понимание производства, так и способность управлять людьми.

2. Вторым по значимости является сочетание технологических знаний со знанием современных программных продуктов, которое дает премию в размере 16,8 %. Это отражает важность цифровизации производственных процессов – работодатели высоко ценят специалистов, способных не только понимать технологию, но и работать с современным программным обеспечением.

3. Сочетание знания технологических процессов с опытом работы с оборудованием дает премию в 15,7 %. Данная комбинация особенно востребована в производственном секторе, где важно не только теоретическое понимание процессов, но и практический опыт работы с оборудованием.

4. Навыки контроля качества в сочетании со знанием программных продуктов дают премию 14,2 %. Это говорит о том, что современные системы контроля качества все больше опираются на цифровые решения, и специалисты, владеющие обеими компетенциями, получают существенную надбавку к зарплате.

5. Работа с технической документацией в сочетании со знанием программных продуктов оценивается премией в 12,5 %. Такая комбинация отражает переход от бумажного документооборота к цифровому, где требуется как понимание технической документации, так и уверенное владение специализированным ПО.

6. Комбинация навыков работы с программными продуктами и оборудованием дает премию 11,5 %. Это наименьшая, но все же значимая премия среди выявленных комплементарностей, что говорит о важности комплексных технических компетенций.

Важно отметить региональную специфику комплементарности навыков:

– в Минске премии за комбинации навыков в среднем на 20–25 % выше, чем в других регионах. Особенно это касается сочетания управленческих и технологических навыков;

– в областных центрах более ценятся технические комбинации навыков, а премия за управленческие навыки ниже, чем в столице;

– в целом по регионам наблюдается схожая структура комплементарности, но с разным уровнем премий.

Анализ также показал четкую иерархию в премиях за навыки:

– высшая премия (20–25 %) – за сочетание управленческих навыков с техническими и технологическими,

– средняя премия (15–20 %) – за комбинации технических и технологических навыков,

– базовая премия (10–15 %) – за сочетание базовых профессиональных навыков.

Эта иерархия сохраняется во всех регионах, хотя абсолютные значения премий могут различаться.

Таким образом, наибольшую ценность на рынке инженерных специальностей имеют комплексные компетенции, особенно сочетание глубокого понимания производственных процессов с управленческими навыками и владением современными технологиями. Это отражает потребность современного производства в специалистах, способных не только решать технические задачи, но и эффективно управлять производственными процессами с использованием современных инструментов.

В рамках оценки востребованности компетенций и сравнения профессиональных профилей проведен анализ соотношения спроса и предложения специалистов с цифровыми навыками в текстильной промышленности Республики Беларусь для оценки готовности отрасли к цифровой трансформации и выработки рекомендаций по развитию кадрового потенциала.

Задачи исследования:

- собрать и систематизировать данные о вакансиях и резюме с цифровых платформ по поиску работы в текстильной промышленности Республики Беларусь за период 2020–2022 гг.,

- провести статистический анализ полученных данных, включая расчет коэффициентов соотношения спроса и предложения для каждого цифрового навыка,

- разработать и рассчитать композитный индекс востребованности цифровых навыков,

- выполнить байесовский анализ для оценки вероятности будущей востребованности каждого из рассматриваемых цифровых навыков,

- на основе полученных результатов оценить готовность специалистов и предприятий текстильной промышленности Республики Беларусь к цифровой трансформации и сформулировать рекомендации по развитию цифровых компетенций в отрасли.

Для проверки гипотезы о кадровом дефиците выявлены потенциальные причины, которые могут привести к нехватке специалистов с цифровыми навыками в текстильной промышленности:

- быстрое развитие технологий: сложность поддержания актуальности знаний и навыков, постоянное появление новых технологий и инструментов;

- несоответствие образовательных программ потребностям индустрии: устаревшие учебные планы в технических вузах, недостаточное внимание к цифровым навыкам в профильных текстильных учебных заведениях;

- отток специалистов: миграция специалистов в другие страны, переход специалистов в более привлекательные отрасли экономики;

– недостаточная привлекательность отрасли для молодых специалистов: стереотипы о «старомодности» текстильной промышленности, недостаточно конкурентоспособные зарплаты.

Кадровый дефицит специалистов по цифровизации производства приводит к следующим последствиям:

1) замедление цифровой трансформации: отставание во внедрении новых технологий, снижение конкурентоспособности на рынке;

2) неэффективное использование технологий: неполная реализация потенциала внедренных систем, ошибки в настройке и эксплуатации оборудования;

3) повышение рисков: уязвимости в кибербезопасности, простои производства из-за отсутствия специалистов для обслуживания систем;

4) финансовые потери: увеличение расходов на привлечение и удержание специалистов, упущенная выгода от нереализованных проектов цифровизации.

В качестве мер по решению проблемы кадрового дефицита специалистов по цифровизации производства в текстильной промышленности правомерно выделить:

– сотрудничество с вузами: создание целевых образовательных программ, организация стажировок;

– корпоративное обучение и развитие системы непрерывного образования: программы переквалификации сотрудников, создание внутренних учебных центров, создание онлайн-курсов по цифровым технологиям;

– привлечение международных экспертов: организация обучающих семинаров и мастер-классов, участие в международных проектах по обмену опытом;

– государственные инициативы: программы поддержки цифровизации промышленности, гранты на обучение специалистов в области цифровых технологий;

– модернизация образовательных программ: включение курсов по цифровым технологиям в программы текстильных специальностей, создание междисциплинарных программ на стыке IT и текстильной промышленности;

– улучшение условий труда и мотивации: разработка конкурентоспособных компенсационных пакетов для квалифицированных специалистов по цифровизации производства;

– усиление сотрудничества между предприятиями: создание отраслевого центра компетенций по цифровым технологиям, организация программ обмена опытом между предприятиями;

– привлечение молодых специалистов: проведение хакатонов и конкурсов по решению задач текстильной промышленности,

организация экскурсий и дней открытых дверей на модернизированных предприятиях.

В связи с отсутствием комплексных данных о дефиците цифровых навыков в текстильной промышленности Республики Беларусь, целесообразно рассмотреть ситуацию в Европейском Союзе. ЕС, являясь лидером в области промышленной цифровизации и сталкиваясь с подобными вызовами, предоставляет ценную информацию, которая может помочь в понимании потенциальных тенденций и проблем в Республике Беларусь. Анализ ситуации в ЕС может помочь выявить общие тенденции и проблемы, которые могут быть актуальны и для белорусской текстильной промышленности. Следует отметить, что хотя ситуация в ЕС не может быть напрямую экстраполирована на Республику Беларусь, она предоставляет важный контекст для данного исследования.

Страны Европейского Союза сталкиваются с проблемой кадрового дефицита специалистов по цифровизации производства в текстильной промышленности. Исследование, проведенное Европейским центром развития профессионального образования (Cedefop) в 2022 году, показало, что 63 % работников текстильной промышленности ЕС нуждаются в повышении цифровых навыков для адаптации к новым технологиям<sup>7</sup>. По оценкам Еврокомиссии (отчет «Skills for Smart Industrial Specialisation and Digital Transformation», 2019), около 70 % текстильных предприятий ЕС испытывают трудности с наймом специалистов по цифровизации<sup>8</sup>. В отчете отмечается, что выявлен общий дефицит цифровых навыков в промышленности ЕС, а текстильная отрасль выделена как одна из наиболее нуждающихся в цифровой трансформации. Согласно опросу Европейской конфедерации одежды и текстиля Euratex (отчет «Facts & Key Figures of the European Textile and Clothing Industry», 2022 euratex.eu)<sup>9</sup>, более 60 % компаний считают нехватку цифровых навыков основным препятствием для инноваций. Euratex отмечает растущую потребность в специалистах с цифровыми навыками и подчеркивает необходимость обновления образовательных программ<sup>10</sup>.

В качестве ключевых факторов, влияющих на ситуацию, Европейская комиссия выделяет следующие:

- пандемия COVID-19 ускорила процессы цифровизации, что привело к увеличению спроса на соответствующих специалистов,
- традиционное восприятие текстильной промышленности как «низкотехнологичной» создает трудности в привлечении IT-специалистов.

<sup>7</sup> [https://www.cedefop.europa.eu/files/9188\\_en.pdf](https://www.cedefop.europa.eu/files/9188_en.pdf)

<sup>8</sup> <https://euratex.eu>

<sup>9</sup> <https://fashionunited.com/global-fashion-industry-statistics>

<sup>10</sup> <https://euratex.eu/news/2021-must-be-a-turning-point-for-the-european-textiles-and-clothing-industry/>

В качестве востребованных навыков для цифровизации организаций и их бизнес-процессов в Европейском Союзе отмечены <sup>11</sup>:

- анализ больших данных и машинное обучение,
- автоматизация производственных процессов,
- разработка и внедрение систем управления цепочками поставок,
- цифровой маркетинг и электронная коммерция,
- кибербезопасность в промышленных системах.

С целью проверки гипотезы о возможном дефиците специалистов с цифровыми навыками и анализа реальной ситуации на рынке труда в текстильной промышленности Республики Беларусь проведено исследование, включающее изучение вакансий и резюме, размещенных на цифровых платформах по поиску работы за период 2020–2022 гг. Данные для анализа собраны методом скрейпинга [10, 46], что позволило получить обширный и актуальный массив информации о спросе и предложении на рынке труда в контексте цифровых компетенций. Особое внимание уделено тем цифровым навыкам, которые были определены как наиболее востребованные в странах Европейского Союза, что обеспечило возможность сравнительного анализа и оценки готовности белорусской текстильной промышленности к глобальным тенденциям цифровизации (табл. 2.14).

Таблица 2.14 – Количество вакансий и резюме специалистов текстильной промышленности, в которых указывались цифровые навыки в 2020–2022 гг.

Навык	Количество вакансий, в которых указан навык	Количество резюме, в которых указан навык
Анализ больших данных и машинное обучение	69	276
Автоматизация производственных процессов	19	369
Разработка и внедрение систем управления цепочками поставок	24	298
Цифровой маркетинг и электронная коммерция	39	257
Кибербезопасность в промышленных системах	23	179

Анализ количественных данных в таблице 2.14 показывает значительное превышение количества резюме над количеством вакансий по всем указанным цифровым навыкам. Это может указывать на:

- а) избыток специалистов с цифровыми навыками на рынке труда текстильной промышленности Республики Беларусь,
- б) возможное несоответствие между навыками, которыми обладают соискатели, и теми, которые требуются работодателям,

<sup>11</sup> Текстильная промышленность в Европе-Доля рынка, анализ и размер (mordorintelligence.com)

в) потенциальную недооценку важности цифровых навыков со стороны работодателей в текстильной отрасли.

Среди рассмотренных цифровых навыков наибольшим спросом со стороны работодателей пользуется «Анализ больших данных и машинное обучение» (69 вакансий), за ним следует «Цифровой маркетинг и электронная коммерция» (39 вакансий), что отражает приоритеты цифровизации в текстильной промышленности Республики Беларусь. Высокое число резюме с указанием цифровых навыков (от 179 до 369 по разным категориям) свидетельствует о значительном интересе специалистов к приобретению цифровых компетенций и их готовности к цифровой трансформации отрасли.

Относительно низкое число вакансий с требованиями к цифровым навыкам может указывать на то, что текстильная промышленность Республики Беларусь находится на начальных этапах цифровой трансформации. Это открывает возможности для дальнейшего развития и внедрения цифровых технологий в отрасли.

В ходе анализа соотношения спроса и предложения цифровых навыков в текстильной промышленности установлено:

1) коэффициенты соотношения:

– анализ больших данных и машинное обучение – 4,0;

– автоматизация производственных процессов – 19,42;

– разработка и внедрение систем управления цепочками поставок – 12,42;

– цифровой маркетинг и электронная коммерция – 6,59;

– кибербезопасность в промышленных системах – 7,78.

2) статистический анализ коэффициентов:

– среднее – 10,04,

– медиана – 7,78,

– стандартное отклонение – 5,95.

Практические выводы проведенного анализа:

– следует пересмотреть количество и содержание программ подготовки специалистов по цифровым навыкам, особенно в области автоматизации процессов и управления цепочками поставок;

– высокое предложение специалистов с цифровыми навыками может стать стимулом для расширения и модернизации текстильной промышленности Беларуси;

– требуются меры по стимулированию спроса на специалистов с цифровыми навыками в текстильной отрасли, например, через государственные программы поддержки цифровизации предприятий.

В ходе байесовского анализа [57] рассчитывались апостериорные вероятности будущей востребованности представленных цифровых навыков в текстильной промышленности Республики Беларусь:

– анализ больших данных и машинное обучение – 39,66 %,

– цифровой маркетинг и электронная коммерция – 22,41 %,

- разработка и внедрение систем управления цепочками поставок – 13,79 %,
- кибербезопасность в промышленных системах – 13,22 %,
- автоматизация производственных процессов – 10,92 %.

Все рассматриваемые цифровые навыки имеют существенное значение для будущего развития отрасли. Наиболее востребованный в будущем навык «Анализ больших данных и машинное обучение» имеет наивысшую апостериорную вероятность (39,66 %). Средняя вероятность востребованности выявлена у цифрового маркетинга (22,41 %). Менее вероятная будущая востребованность установлена у автоматизации производственных процессов (10,92 %).

Относительно высокие вероятности для всех навыков (от 11 % до 40 %) указывают на необходимость комплексного подхода к цифровизации в текстильной промышленности. Предприятиям стоит рассмотреть возможность внедрения проектов, охватывающих все эти области цифровых технологий. Работодателям и учреждениям образования следует стремиться к сбалансированному развитию всего спектра цифровых компетенций.

Таким образом, для оценки востребованности каждого цифрового навыка в текстильной промышленности Республики Беларусь, необходимо применять композитный индекс [58].

Этапы определения композитного индекса востребованности  $i$ -цифрового навыка:

- 1) нормализация количества вакансий и резюме для каждого навыка относительно их максимального значения;
- 2) установление удельных весов вакансий и резюме экспертным методом (в данном исследовании, согласно оценкам экспертов, удельный вес количества вакансий принят равным 0,6, количества резюме – 0,4);
- 3) инвертирование влияния резюме (меньшее количество резюме на вакансию предполагает большую востребованность);
- 4) определение композитного индекса цифрового навыка ( $I_i^c$ ):

$$I_i^c = (0,6 \times V_n + 0,4 \times S_n) \times 100 \% , \quad (2.10)$$

где  $V_n$  – количество нормализованных вакансий;  $S_n$  – количество нормализованных резюме.

Результаты расчета композитного индекса:

- анализ больших данных и машинное обучение – 79,46;
- цифровой маркетинг и электронная коммерция – 59,42;
- кибербезопасность в промышленных системах – 51,76;
- разработка и внедрение систем управления цепочками поставок – 42,39;
- автоматизация производственных процессов – 33,97.

Навык «Анализ больших данных и машинное обучение» имеет наивысший композитный индекс (79,46), что указывает на высокую востребованность данного навыка. Навыки «Цифровой маркетинг и электронная коммерция» и «Кибербезопасность в промышленных системах» имеют средние значения индекса (59,42 и 51,76 соответственно), что говорит об их умеренной востребованности на рынке труда в текстильной промышленности. Навыки «Разработка и внедрение систем управления цепочками поставок» и «Автоматизация производственных процессов» имеют значения индекса 42,39 и 33,97 соответственно, что указывает на меньшую востребованность или перенасыщение рынка специалистами в этих областях.

Выводы по результатам расчета композитного индекса востребованности цифровых навыков:

1) организациям в текстильной промышленности Республики Беларусь стоит уделить особое внимание развитию компетенций в области анализа больших данных и машинного обучения, так как этот навык показывает наибольшую востребованность;

2) учреждениям образования следует рассмотреть возможность увеличения количества программ по анализу данных и машинному обучению, а также по цифровому маркетингу и кибербезопасности, чтобы удовлетворить растущий спрос на рынке труда;

3) для специалистов в области управления цепочками поставок и автоматизации процессов может быть полезным повысить квалификацию или освоить дополнительные навыки в более востребованных областях;

4) несмотря на различия в рассчитанных индексах, все рассмотренные навыки имеют определенную востребованность. Компаниям стоит развивать комплексный подход к цифровизации, учитывая все аспекты цифровых технологий.

Ограничения анализа:

– индекс основан только на количестве вакансий и резюме и не учитывает качественные характеристики или специфические требования работодателей,

– удельные веса, присвоенные вакансиям и резюме (0,6 и 0,4), являются субъективными и могут быть скорректированы на основании опроса большего количества экспертов для получения более точных результатов,

– анализ не учитывает долгосрочные тенденции или прогнозы развития отрасли, которые могут повлиять на будущую востребованность цифровых навыков.

Проведенное исследование цифровых навыков в текстильной промышленности Республики Беларусь привело к неожиданным и противоречащим первоначальной гипотезе результатам. Вопреки предположению о возможном дефиците специалистов с цифровыми

компетенциями, анализ рынка труда за период 2020–2022 гг. выявил значительное превышение предложения над спросом по всем рассмотренным цифровым навыкам.

Ключевые выводы исследования:

– по всем исследуемым цифровым навыкам количество резюме существенно превышает количество вакансий, что опровергает гипотезу о кадровом дефиците в области цифровизации текстильной промышленности Беларуси;

– наибольшим спросом пользуются навыки в области анализа больших данных и машинного обучения, а также цифрового маркетинга и электронной коммерции, что отражает текущие приоритеты цифровизации отрасли;

– высокое число резюме с указанием цифровых навыков свидетельствует о значительном интересе специалистов к приобретению цифровых компетенций и их готовности к цифровой трансформации отрасли;

– выявленное несоответствие между количеством вакансий и резюме указывает на необходимость более глубокого анализа причин такого дисбаланса и потенциальной переоценки стратегий цифровизации в отрасли;

– байесовский анализ и расчет композитного индекса показали, что навыки в области анализа больших данных и машинного обучения имеют наибольшие перспективы востребованности в будущем.

Полученные результаты ставят перед отраслью и исследователями ряд новых вопросов:

1. Почему существует такой значительный разрыв между предложением специалистов с цифровыми навыками и спросом на них в текстильной промышленности?

2. Насколько актуальны и применимы цифровые навыки, которыми обладают соискатели, к реальным потребностям предприятий отрасли?

3. Не является ли низкий спрос на специалистов с цифровыми навыками индикатором недостаточной готовности предприятий к цифровой трансформации?

Полученные результаты подчеркивают необходимость пересмотра существующих подходов к цифровизации текстильной промышленности Республики Беларусь. Вместо ожидаемых мер по привлечению специалистов, актуальными становятся задачи по эффективному использованию имеющегося кадрового потенциала, стимулированию спроса на цифровые компетенции среди работодателей и возможной корректировке образовательных программ для более точного соответствия потребностям отрасли.

Данное исследование открывает новые перспективы для изучения процессов цифровизации в промышленности и подчеркивает важность

регулярного мониторинга рынка труда для выявления реальных тенденций и потребностей в области цифровых навыков. Дальнейшие исследования могут быть направлены на качественный анализ соответствия навыков соискателей требованиям работодателей, изучение готовности предприятий к внедрению цифровых технологий и сравнительный анализ ситуации в текстильной промышленности с другими отраслями экономики Республики Беларусь.

## 2.4 Оценка уровня цифровизации управления человеческими ресурсами в организации

С целью оценки уровня цифровизации управления человеческими ресурсами в организации разработана методика, основанная на математическом моделировании [59].

Пусть  $D_{уцр}$  – уровень цифровизации управления человеческими ресурсами в организации. Тогда:

$$D_{уцр} = f(F_1, F_2, \dots, F_i), \quad (2.11)$$

где  $F_1, F_2, \dots, F_i$  – уровень развития цифровизации  $i$ -группы факторов;  $i$  – группа факторов.

Влияние каждого отдельного фактора описывается формулой:

$$f(F_1, F_2, \dots, F_n) = a_1F_1 + a_2F_2 + \dots + a_nF_n + b, \quad (2.12)$$

где  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – коэффициенты, отражающие степень влияния каждого фактора на уровень развития цифровизации управления человеческими ресурсами в организации;  $b$  – свободный член модели.

Данная модель количественно описывает зависимость между уровнем цифровизации управления человеческими ресурсами и уровнями развития групп факторов, влияющих на этот процесс, и может использоваться для прогнозирования динамики уровня цифровизации управления человеческими ресурсами в зависимости от изменений факторов под влиянием различных мероприятий по цифровой трансформации.

Для проведения математического моделирования факторы трансформации управления человеческими ресурсами агрегированы согласно групп факторов.

Тогда формулу (2.12) правомерно записать как [59]:

$$f(F_1, F_2, \dots, F_5) = a_1F_1 + a_2F_2 + a_3F_3 + a_4F_4 + a_5F_5 + b, \quad (2.12a)$$

где:  $F_1$  – уровень развития цифровизации технологических факторов;  $F_2$  – уровень развития цифровизации экономических факторов;  $F_3$  – уровень развития цифровизации социальных факторов;  $F_4$  – уровень развития цифровизации правовых факторов;  $F_5$  – уровень развития цифровизации психологических факторов;  $a_1...a_5$  – коэффициенты, отражающие степень влияния групп факторов  $F_1 – F_5$ .  $b$  – свободный член модели, роль которого – при необходимости обеспечить адекватность модели при низких значениях групп факторов, не допустить отрицательных значений уровня цифровизации управления человеческими ресурсами в организации.

С целью определения значений коэффициентов, отражающих степень влияния групп факторов  $F_1 – F_5$  рассчитывались их веса (табл. 2.15).

Таблица 2.15 – Расчет веса групп факторов цифровизации управления человеческими ресурсами в организации

Код фактора	Группы факторов, влияющие на уровень цифровизации управления человеческими ресурсами в организации	Ранг фактора*	Балл фактора**	Вес группы факторов
<b>Технологические</b>		<b>4</b>	<b>20</b>	<b>0,26</b>
C <sub>7</sub>	Внедрение цифровых технологий в управление человеческими ресурсами	1	7	
C <sub>8</sub>	Использование облачных, мобильных технологий и искусственного интеллекта	2	6	
C <sub>9</sub>	HR аналитика на основе больших данных	1	7	
<b>Экономические</b>		<b>7</b>	<b>17</b>	<b>0,22</b>
C <sub>10</sub>	Спрос на новые цифровые навыки	2	6	
C <sub>11</sub>	Развитие гибких и удаленных форм занятости	3	5	
C <sub>12</sub>	Потребность инвестирования обучения сотрудников	2	6	
<b>Социальные</b>		<b>11</b>	<b>13</b>	<b>0,17</b>
C <sub>13</sub>	Трансформация коммуникаций и культуры организации	2	6	
C <sub>14</sub>	Развитие удаленного взаимодействия	6	2	
C <sub>15</sub>	Формирование цифровой этики	3	5	
<b>Правовые</b>		<b>10</b>	<b>14</b>	<b>0,18</b>
C <sub>16</sub>	Правовое регулирование удаленной занятости	4	4	
C <sub>17</sub>	Обеспечение информационной безопасности	5	3	
C <sub>18</sub>	Юридическое сопровождение процессов автоматизации	1	7	
<b>Психологические</b>		<b>11</b>	<b>13</b>	<b>0,17</b>
C <sub>19</sub>	Адаптация человеческих ресурсов к цифровой среде	7	1	
C <sub>20</sub>	Содействие мотивации и вовлеченности	3	5	
C <sub>21</sub>	Развитие гибких компетенций	1	7	

\* ранг фактора определяется по уровню в итоговой модели интерпретационного структурного моделирования взаимодействия факторов трансформации управления человеческими ресурсами;

\*\* – перевод ранга в баллы осуществляется методом пропорционального пересчета;

\*\*\* – вес группы факторов рассчитывается как соотношение баллов текущей группы факторов к сумме баллов всех групп факторов

Таким образом, уравнение (2.12а) примет вид [59]:

$$D_{учр} = 0,26F_1 + 0,22F_2 + 0,17F_3 + 0,18F_4 + 0,17F_5 + b. \quad (2.126)$$

Для нахождения значения коэффициента  $b$  в линейной регрессионной модели используется свойство – сумма всех коэффициентов регрессии должна быть равна единице. Тогда:

$$b = 1 - (0,26 + 0,22 + 0,17 + 0,18 + 0,17) = 0.$$

Определение модели влияния факторов на уровень цифровизации управления человеческими ресурсами осуществляется с учетом особенностей данной системы:

- процесс внедрения цифровых технологий зависит от множества случайных факторов – технические сбои, человеческий фактор, форс-мажор и др.;

- скорость и эффективность внедрения цифровых решений носит вероятностный характер, т. к. во многом зависит от квалификации и вовлеченности специалистов организации;

- процесс адаптации сотрудников к новым цифровым технологиям и изменениям не является детерминированным;

- условия внешней среды непредсказуемо влияют на приоритеты цифровой трансформации внутри организации;

- эффект от внедрения технологий может сильно различаться в зависимости от HR-процессов, степени охвата сотрудников и подразделений, квалификации и готовности сотрудников и HR-специалистов использовать новые технологии, интеграции технологий с уже используемыми системами и бизнес-процессами, проработанности организационных изменений в связи с внедрением технологий и т. д.

Трансформация управления человеческими ресурсами имеет стохастический характер, что обуславливает целесообразность оценки факторов модели с помощью Марковских процессов, обладающих следующими преимуществами:

- позволяет описывать стохастические переходы между состояниями системы – уровнями цифровизации управления человеческими ресурсами;

- учитывает вероятностный характер процесса переходов, что адекватно отражает реальную картину процессов цифровизации;

- обладает простотой задания модели через матрицу переходных вероятностей;

- учитывает влияние различных факторов на переходные вероятности;

- дает возможность аналитического исследования динамики сложной системы управления человеческими ресурсами, численного моделирования и прогнозирования на основе заданных переходных вероятностей;

- имеет хороший уровень визуализации и интерпретируемости результатов моделирования.

Таким образом, алгоритм процедуры математического моделирования цифровой трансформации управления человеческими ресурсами включает следующий порядок действий:

- 1) определение множества состояний системы, характеризующей цифровизацию управления человеческими ресурсами организации;
- 2) составление матрицы переходных вероятностей состояний системы;
- 3) описание начального распределения вероятностей состояний системы;
- 4) расчет распределения вероятностей состояний на шаге  $k$  и моделирование на заданном интервале времени;
- 5) анализ полученных распределений вероятностей состояний системы и разработка рекомендаций по управлению ею на основе результатов моделирования.

*1. Определение множества состояний системы, характеризующей цифровизацию управления человеческими ресурсами организации*

Конечное множество состояний системы ( $S$ ) описывается [59]:

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}, \quad (2.13)$$

где  $s_1, s_2, \dots, s_n$  – уровни цифровизации управления человеческими ресурсами.

Для описания уровней цифровизации применены качественные оценки – низкий, средний и высокий уровень (три уровня цифровизации), тогда частный случай формулы (2.13):

$$S = \{s_1, s_2, s_3\}, \quad (2.13a)$$

где  $s_1$  – низкий уровень цифровизации управления человеческими ресурсами;  $s_2$  – средний уровень цифровизации управления человеческими ресурсами;  $s_3$  – высокий уровень цифровизации управления человеческими ресурсами.

Для определения пороговых значений уровней цифровизации управления человеческими ресурсами (в процентах), может использоваться стандартный подход:

– низкий уровень цифровизации соответствует состоянию, когда в организации внедрено менее 30 % возможных цифровых технологий и инструментов;

– средний уровень – от 30 % до 70 %;

– высокий уровень цифровизации – более 70% охвата цифровыми инструментами и технологиями.

Однако в данном подходе не учитывается показатель максимального уровня цифровизации, который достигнут европейскими компаниями, которые могут быть взяты за эталон при исследованиях уровня цифровой трансформации организаций. В отчете «Top Digital

HR cases by Levels of Digital Maturity 2020» говорится, что компания Siemens достигла уровня цифровой зрелости HR, оцениваемого индексом 4.0 из 5.0 возможных [60]. Таким образом, максимальный процент цифровизации при ее высоком уровне не превышает 80 %. С учетом данной корректировки:

- низкий уровень цифровизации – менее 25 %;
- средний уровень – от 25 % до 55 %;
- высокий уровень цифровизации – более 55 %.

При расчете фактического уровня цифровизации необходимо оценить долю внедренных цифровых технологий и инструментов в общем их возможном количестве в организации. Для этого в оценке пороговых значений применяется экспертный подход, оценка по статистическим данным и бенчмаркингу для организации. С целью уточнения пороговых значений уровней цифровизации управления человеческими ресурсами на основе статистических данных и бенчмаркинга, используются следующие источники:

1) отраслевые исследования и отчеты по уровням внедрения цифровых технологий, на основе которых определяются средние и медианные значения показателей цифровизации по отрасли;

2) базы данных и исследования уровня цифровой зрелости организаций, содержащие оценки и сравнение цифровых показателей отрасли;

3) опросы и статистика использования цифровых технологий в HR среди организаций отрасли;

4) публикации и кейсы организаций отрасли, реализовавших проекты цифровой трансформации управления человеческими ресурсами;

5) HR-аналитика крупных организаций отрасли, публикующих ежегодные отчеты;

6) мнения экспертов о соответствии уровней цифровизации HR выбранным пороговым значениям.

Сравнительный анализ данных по трансформации управления человеческими ресурсами позволяет корректировать пороговые уровни и адаптировать их под отраслевую специфику.

*2. Составление матрицы переходных вероятностей состояний системы*

Матрица переходных вероятностей – матрица, описывающая вероятности переходов между различными состояниями системы (уровнями цифровизации управления человеческими ресурсами) и задающая ее общие динамические свойства.

Экспертно или на основе статистических данных (перечень которых аналогичен данным для уточнения пороговых значений уровней цифровизации управления человеческими ресурсами на основе статистики и бенчмаркинга) проводится оценка вероятности переходов

из каждого текущего состояния в каждое возможное следующее состояние:

$P(s_i \rightarrow s_j)$  – вероятности перехода из состояния  $s_i$  в состояние  $s_j$ .

Переходные вероятности формируют матрицу  $P_{ik}$  размерностью  $n \times n$  ( $n$  – количество состояний) [57]:

$$P_{i_k} = \begin{bmatrix} [P(s_1 \rightarrow s_1), P(s_1 \rightarrow s_2), \dots, P(s_1 \rightarrow s_n)] \\ [P(s_2 \rightarrow s_1), P(s_2 \rightarrow s_2), \dots, P(s_2 \rightarrow s_n)] \\ \dots \\ [P(s_n \rightarrow s_1), P(s_n \rightarrow s_2), \dots, P(s_n \rightarrow s_n)] \end{bmatrix}, \quad (2.14)$$

где  $i$  – группа факторов;  $k$  – шаг прогноза.

При использовании трех уровней оценки цифровизации управления человеческими ресурсами формула (2.14) примет вид:

$$P_{i_k} = \begin{bmatrix} [P(s_1 \rightarrow s_1), P(s_1 \rightarrow s_2), P(s_1 \rightarrow s_3)] \\ [P(s_2 \rightarrow s_1), P(s_2 \rightarrow s_2), P(s_2 \rightarrow s_3)] \\ [P(s_3 \rightarrow s_1), P(s_3 \rightarrow s_2), P(s_3 \rightarrow s_3)] \end{bmatrix}. \quad (2.14a)$$

Описание переходов между возможными состояниями представлено в таблице 2.16.

Таблица 2.16 – Описание переходов между возможными состояниями: низкий/средний/высокий уровень цифровизации управления человеческими ресурсами

Уровень цифровизации	Переход	Описание перехода
Низкий	Низкий → низкий	вероятность остаться на низком уровне цифровизации
	Низкий → средний	вероятность перейти с низкого на средний уровень цифровизации
	Низкий → высокий	вероятность перехода с низкого на высокий уровень цифровизации
Средний	Средний → низкий	вероятность перейти со среднего на низкий уровень цифровизации
	Средний → средний	вероятность остаться на среднем уровне цифровизации
	Средний → высокий	вероятность перехода со среднего на высокий уровень цифровизации
Высокий	Высокий → низкий	вероятность перейти с высокого на низкий уровень цифровизации
	Высокий → средний	вероятность перейти с высокого на средний уровень цифровизации
	Высокий → высокий	вероятность остаться на высоком уровне цифровизации

Для корректного моделирования с использованием матрицы переходов в Марковских процессах необходимо, чтобы сумма элементов в каждой строке матрицы переходных вероятностей  $P_{ik}$  была равна единице. Для выполнения данного требования проводится нормализация матрицы  $P_{ik}$ :

- для каждой строки матрицы переходных вероятностей  $P_{ik}$  вычисляется сумма её элементов;
- если сумма элементов строки матрицы переходных вероятностей  $P_{ik}$  не равна единице, то каждый элемент этой строки делится на сумму элементов строки.

Нормализованная матрица компенсирует неточность экспертных оценок элементов матрицы и гарантирует выполнение баланса вероятностей для каждого состояния системы.

Составление матрицы переходных вероятностей и ее нормализация проводится для каждой группы факторов  $F_1 - F_5$ .

*3. Описание начального распределения вероятностей состояний системы*

Начальное распределение вероятностей состояний  $\pi_{i_0}$  для модели Марковского процесса задаётся в виде вектора размерностью  $n$  ( $n$  – число состояний системы).

Значения вероятностей  $i$ -го состояния в начальный момент времени определяется экспертно либо на основании статистических данных и бенчмаркинга. Начальное распределение вероятностей состояний  $\pi_{i_0}$  проводится для каждой группы факторов  $F_1 - F_5$ .

*4 Расчет распределения вероятностей состояний на шаге  $k$  и моделирование на заданном интервале времени*

Задаётся количество шагов моделирования  $n$ , которое соответствует количеству переходов системы из одного состояния в другое. Динамика системы (цифровизации управления человеческими ресурсами) описывается уравнением [59]:

$$\pi_{i_k} = \pi_{i_0} \times P_{i_k}, \quad (2.15)$$

где  $\pi_{i_k}$  – уровень цифровизации  $i$ -группы факторов в момент времени  $k$ .

Тогда развитие уровня цифровизации  $i$ -группы факторов на 1 шаге прогноза:

$$\pi_{i_1} = \pi_{i_0} \times P_{i_1}. \quad (2.16)$$

Развитие уровня цифровизации  $i$ -группы факторов на 2 шаге прогноза:

$$\pi_{i_2} = \pi_{i_1} \times P_{i_2} = \pi_{i_0} \times P_{i_1} \times P_{i_2}. \quad (2.17)$$

Развитие уровня цифровизации  $i$ -группы факторов на 3 шаге прогноза [59]:

$$\pi_{i_3} = \pi_{i_2} \times P_{i_3} = \pi_{i_0} \times P_{i_1} \times P_{i_2} \times P_{i_3} = \pi_{i_0} \times \prod_{k=1}^3 P_{i_k}. \quad (2.18)$$

Таким образом, каждое новое распределение вероятностей (развитие уровня цифровизации  $i$ -группы факторов) получено путём произведения комбинации элементов матриц переходов  $P_{ik}$  с учетом начальных вероятностей состояний.

*5 Анализ полученных распределений вероятностей состояний системы и разработка рекомендаций по управлению ею на основе результатов моделирования*

На основании проведенного моделирования динамики распределения вероятностей состояний системы с использованием матрицы переходов, проводится анализ полученных результатов:

- анализируются значения вероятностей для каждого состояния на разных шагах моделирования;
- оценивается общая динамика изменений системы со временем и показатели, имеющие положительную и отрицательную динамику;
- выявляются наиболее вероятные состояния на разных этапах развития системы;
- определяется скорость перехода системы из одного состояния в другое на основании значений матрицы переходов.

Выявленные результаты сравниваются с целевыми показателями, а также с ожидаемым уровнем цифровизации. Делаются выводы о необходимости корректирующих воздействий для изменения системы в нужном направлении. При необходимости меняются параметры модели (матрица переходов, начальное состояние) для анализа различных сценариев развития системы. Данный анализ позволяет комплексно оценить динамику системы и спланировать управляющие воздействия.

### ***Математическое моделирование динамики цифровой трансформации управления человеческими ресурсами в белорусской IT-компани***

Объектом апробации являлась белорусская IT-компания, резидент Парка высоких технологий Беларуси, входящая в рейтинг «Топ-50 2023». Прогноз уровня цифровизации компании составлялся от внедрения трех мероприятий (технологических факторов):

1. Внедрение системы электронного управления человеческими ресурсами – первый шаг прогноза.
2. Внедрение системы автоматизированного отбора сотрудников компании – второй шаг прогноза.
3. Внедрение цифровой платформы для обучения и развития сотрудников – третий шаг прогноза.

Для описания уровней цифровизации применены качественные оценки:

- низкий уровень цифровизации (до 25 %),

- средний уровень цифровизации (25 %–55 %),
- высокий уровень цифровизации (более 55 %).

При составлении матриц вероятностей переходов между уровнями развития технологических, экономических, социальных, правовых и психологических факторов цифровизации управления человеческими ресурсами в компании использовались оценки, полученные в результате экспертного опроса и выставленные сотрудниками компании, являющимися специалистами в области управления человеческими ресурсами (4 человека), бизнес-анализа (2 человека), управления проектами (4 человека). В качестве меры согласованности их мнений взят коэффициент вариации. В приложении Г представлены результаты опроса экспертов.

По результатам анализа мнений экспертов получено, что у всех компонентов матрицы вероятностей переходов между уровнями развития факторов цифровизации управления человеческими ресурсами коэффициенты вариации меньше 30 %, однородная совокупность данных и слабая вариация значений (при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ ). Таким образом, результаты экспертного опроса пригодны для дальнейших исследований, а рассчитанные средние арифметические величины мнений экспертов могут быть включены в матрицы вероятностей переходов между уровнями развития факторов цифровизации управления человеческими ресурсами.

Согласно экспертной оценке, матрицы вероятностей переходов между уровнями развития факторов цифровизации имеют вид:

- при внедрении системы электронного управления человеческими ресурсами [59]:

технологические факторы:

$$P_1 = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,7 & 0,2 \\ 0 & 0,3 & 0,7 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

социальные факторы:

$$P_3 = \begin{bmatrix} 0,2 & 0,5 & 0,3 \\ 0,1 & 0,3 & 0,6 \\ 0 & 0,1 & 0,9 \end{bmatrix};$$

психологические факторы:

$$P_5 = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,5 & 0,2 \\ 0 & 0,7 & 0,3 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

экономические факторы:      правовые факторы:

$$P_2 = \begin{bmatrix} 0,2 & 0,6 & 0,2 \\ 0 & 0,4 & 0,6 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$P_4 = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,4 & 0,2 \\ 0,1 & 0,5 & 0,4 \\ 0,1 & 0,2 & 0,7 \end{bmatrix};$$

- при внедрении системы автоматизированного отбора сотрудников компании [59]:

технологические факторы:

$$P_1 = \begin{bmatrix} 0,5 & 0,3 & 0,2 \\ 0 & 0,7 & 0,3 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

социальные факторы:

$$P_3 = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,4 & 0,3 \\ 0 & 0,6 & 0,4 \\ 0 & 0,2 & 0,8 \end{bmatrix};$$

психологические факторы:

$$P_5 = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,4 & 0,2 \\ 0 & 0,8 & 0,2 \\ 0 & 0,1 & 0,9 \end{bmatrix}.$$

экономические факторы:      правовые факторы:

$$P_2 = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,5 & 0,2 \\ 0,1 & 0,6 & 0,3 \\ 0 & 0,1 & 0,9 \end{bmatrix};$$

$$P_4 = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,5 & 0,1 \\ 0,2 & 0,6 & 0,2 \\ 0,2 & 0,2 & 0,6 \end{bmatrix};$$

– при внедрении цифровой платформы для обучения и развития сотрудников [59]:

технологические факторы:

$$P_1 = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,3 & 0,3 \\ 0 & 0,5 & 0,5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

социальные факторы:

$$P_3 = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,7 & 0,2 \\ 0 & 0,5 & 0,5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

психологические факторы:

$$P_5 = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,6 & 0,1 \\ 0 & 0,7 & 0,3 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

экономические факторы:

$$P_2 = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,3 & 0,4 \\ 0 & 0,4 & 0,6 \\ 0 & 0,1 & 0,9 \end{bmatrix};$$

правовые факторы:

$$P_4 = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,5 & 0,1 \\ 0,3 & 0,6 & 0,1 \\ 0,2 & 0,3 & 0,5 \end{bmatrix};$$

В ходе нормализации матриц факторов цифровизации управления человеческими ресурсами все их горизонтальные строки проверены на равенство единице.

Определение начального распределения вероятностей состояний ( $\pi_{i0}$ ) для каждой группы факторов  $F_1 - F_5$  осуществлялось на основании опроса экспертов. В качестве меры согласованности их мнений выбран коэффициент вариации. В таблице 4 приложения Г представлены результаты опроса экспертов.

По результатам анализа мнений экспертов получено, что у всех компонентов векторов начального распределения вероятностей состояний групп факторов  $F_1 - F_5$  коэффициенты вариации меньше 30 %, и у них выявлена однородная совокупность и слабая вариация значений (при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ ). Таким образом, полученные результаты пригодны для дальнейших исследований, а рассчитанные средние арифметические величины мнений экспертов могут приниматься за компоненты вектора начального распределения вероятностей состояний.

Начальное распределение вероятностей состояний ( $\pi_{i0}$ ) по мнению экспертов для каждой группы факторов  $F_1 - F_5$  составило:

– технологические факторы ( $P_1$ ):  $\pi_0 = [0,2 \ 0,5 \ 0,3]$  (20 % технологических факторов управления человеческими ресурсами имеют низкий уровень цифровизации, 50 % – средний и 30 % – высокий уровень);

– экономические факторы ( $P_2$ ):  $\pi_0 = [0,3 \ 0,4 \ 0,3]$ ;

– социальные факторы ( $P_3$ ):  $\pi_0 = [0,1 \ 0,4 \ 0,5]$ ;

– правовые факторы ( $P_4$ ):  $\pi_0 = [0,4 \ 0,4 \ 0,2]$ ;

– психологические факторы ( $P_5$ ):  $\pi_0 = [0,1 \ 0,5 \ 0,4]$ .

Следующим этапом было составление прогнозов состояний групп факторов  $F_1 - F_5$  в результате внедрения системы электронного управления человеческими ресурсами, системы автоматизированного отбора сотрудников компании и цифровой платформы для обучения и развития сотрудников.

В таблице 2.17 приведено распределение вероятностей состояний групп факторов  $F_1 - F_5$  на 1–3 шаге прогнозирования.

Таблица 2.17 – Распределение вероятностей состояний групп факторов  $F_1 - F_5$  на 1–3 шаге прогнозирования

Прогнозируемые факторы	Уровень	Вероятность состояния уровней развития факторов			Состояние системы	Описание результата*
		1 шаг прогноза	2 шаг прогноза	3 шаг прогноза		
Технологические	низкий	0,02	0,01	0,004	↓	$F_1 \rightarrow 57\%$ , высокий уровень цифровизации
	средний	0,29	0,209	0,1075	↓	
	высокий	0,69	0,781	0,8885	↑	
	состояние	↑	↑	↑		
Экономические	низкий	0,06	0,052	0,0156	↓	$F_2 \rightarrow 53\%$ , средний уровень цифровизации
	средний	0,34	0,294	0,1986	↓	
	высокий	0,6	0,654	0,7858	↑	
	состояние	↑	↑	↑		
Социальные	низкий	0,06	0,018	0,0018	↓	$F_3 \rightarrow 55\%$ , высокий уровень цифровизации
	средний	0,22	0,3	0,1626	↑↓	
	высокий	0,72	0,682	0,8356	↓↑	
	состояние	↑	↑	↑		
Правовые	низкий	0,22	0,244	0,2914	↑	$F_4 \rightarrow 31\%$ , средний уровень цифровизации
	средний	0,4	0,426	0,4766	↑	
	высокий	0,38	0,33	0,232	↓	
	состояние	↑↓	↑↓	↑↓		
Психологические	низкий	0,03	0,012	0,0036	↓	$F_5 \rightarrow 51\%$ , средний уровень цифровизации
	средний	0,4	0,389	0,2795	↓	
	высокий	0,57	0,599	0,7169	↑	
	состояние	↑	↑	↑		

Анализ распределения вероятностей состояний групп факторов  $F_1 - F_5$  на 1–3 шаге составления прогнозов по уровню цифровизации управления человеческими ресурсами компании показал:

– система во всех рассмотренных случаях стремится к некоторому устойчивому состоянию в результате воздействия на нее факторов трансформации;

– наибольшая положительная динамика наблюдается у третьего состояния системы (высокий уровень цифровизации), его вероятность в устойчивом режиме достаточно высока, оно имеет важное значение для стабилизации системы;

– наиболее быстрый переход осуществляется у высокого уровня цифровизации, причем наибольшая скорость его перехода отмечается у технологических (60 %) и экономических (50 %) факторов;

– максимальная скорость перехода из среднего уровня цифровизации к высокому также возрастает у технологических факторов при внедрении первого мероприятия;

– высокий уровень цифровизации по результатам трех мероприятий отмечен у технологических и социальных факторов – 57 % и 55 % соответственно;

– наиболее быстрая динамика переходов состояний системы наблюдается в технологических факторах, а наиболее медленная – в психологических;

– условия, заданные для технологических факторов, в наибольшей степени способствуют развитию системы по сравнению с другими матрицами.

– по результатам трех мероприятий у правовых факторов прослеживается незначительное увеличение среднего уровня цифровизации (на 10 %). Таким образом, организации необходимо разработать план мероприятий по трансформации правового регулирования удаленной занятости, обеспечению информационной безопасности и юридическому сопровождению процессов автоматизации.

По результатам прогнозирования уровня цифровизации компании предложен общий план трансформации правовых факторов, включающий:

1) анализ текущего состояния и определение потребностей организации:

– изучение существующих законодательных актов, регулирующих удаленную работу и информационную безопасность;

– проведение аудита существующих систем и процессов управления удаленной работой и информационной безопасностью;

– выявление потенциальных рисков и уязвимостей в текущих системах;

2) разработка стратегии цифровой трансформации:

– разработка (обновление) корпоративных стандартов и политик, регулирующих удаленную работу;

– определение стратегии и стандартов информационной безопасности, включая защиту данных и систем;

– разработка плана юридического аудита и сопровождения процессов внедрения и использования автоматизированных систем;

3) внедрение технологических решений:

– подбор необходимых инструментов для эффективной удаленной работы (системы управления задачами, видеоконференцсвязь);

– реализация решений для обеспечения информационной безопасности, включая шифрование, брандмауэры, антивирусные программы;

– введение систем автоматизации для упрощения рутинных юридических задач (управление документооборотом, архивирование и анализ документов);

4) обучение и развитие сотрудников:

– организация тренингов и семинаров по основам удаленной работы, информационной безопасности и использованию новых систем;

– обучение юридической команды особенностям работы с автоматизированными системами и цифровыми инструментами;

5) мониторинг и адаптация:

– проведение регулярного анализа эффективности внедренных изменений;

– получение обратной связи от сотрудников и внесение корректировок в процессы и системы;

б) непрерывное совершенствование:

– регулярное обновление корпоративных политик и процедур с учетом изменений в законодательстве и технологических инноваций;

– исследование новых технологических решений и возможностей для дальнейшего повышения эффективности и безопасности процессов.

С целью повышения эффективности мероприятий по внедрению системы электронного управления человеческими ресурсами, системы автоматизированного отбора сотрудников компании и цифровой платформы для обучения и развития разработаны рекомендации для социальных, экономических и психологических факторов, влияющих на цифровую трансформацию управления человеческими ресурсами.

В качестве рекомендаций по развитию *социальных факторов* при цифровой трансформации управления человеческими ресурсами правомерно предложить:

– расширить возможности корпоративных платформ для онлайн-коммуникации, совместной работы и обмена знаниями;

– разработать политику и правила общения в цифровой среде с учетом культурных норм компании;

– проводить тренинги и вебинары по эффективным удаленным коммуникациям и совместной работе;

– активизировать внутренние сообщества и группы по интересам на корпоративной цифровой платформе для неформального общения сотрудников;

– составить план регулярных встреч менторов с сотрудниками в дистанционном формате;

– поощрять использование видеосвязи при удаленном взаимодействии для сохранения личного контакта;

– разработать кодекс цифровой этики, включающий этические нормы при работе с данными и искусственным интеллектом;

– проводить тренинги по цифровой гигиене и профилактике кибербуллинга и моббинга;

- внедрить системы контроля соблюдения баланса работы и личной жизни при удаленной занятости;
- развивать цифровую корпоративную культуру на основе ценностей уважения, доверия и открытости.

В качестве рекомендаций по развитию *экономических факторов* при цифровой трансформации управления человеческими ресурсами правомерно предложить:

- проводить регулярный анализ потребности в цифровых навыках исходя из стратегии компании и планов по цифровизации управления человеческими ресурсами;
- внедрять программы переобучения и повышения квалификации сотрудников в области цифровых технологий;
- стимулировать сотрудников к самообучению через онлайн-платформы и предоставлять образовательный бюджет;
- адаптировать систему подбора кадров под поиск кандидатов с передовыми цифровыми компетенциями;
- использовать гибкие формы занятости (удаленная, временная, проектная работа) для привлечения экспертов по цифровым технологиям;
- внедрять наставничество, взаимное обучение сотрудников для обмена цифровыми знаниями;
- пересматривать KPI сотрудников с учетом развития цифровых навыков;
- создавать кросс-функциональные команды;
- привлекать партнеров и внешних провайдеров обучения для повышения цифровой квалификации сотрудников;
- инвестировать в обучение и развитие цифровых навыков на всех уровнях компании.

В качестве рекомендаций по развитию *психологических факторов* при цифровой трансформации управления человеческими ресурсами правомерно предложить:

- обеспечить обучение сотрудников по работе с новыми цифровыми инструментами и платформами;
- организовать семинары и тренинги по развитию навыков стрессоустойчивости и адаптации к переменам в компании;
- обеспечить прозрачностью и открытостью коммуникации руководства компании с ее сотрудниками о целях и процессах цифровой трансформации;
- создать систему оценки вклада каждого сотрудника в общем результате компании;
- стимулировать сотрудников к инновациям и предложениям, улучшающим рабочие процессы;
- поощрять сотрудников к изучению новых навыков, не связанных напрямую с их текущей должностью;

- назначать менторов, помогающих сотрудникам развивать новые компетенции и адаптироваться к изменениям в компании;
- создать культуру непрерывного обучения и самосовершенствования в компании.

Уровень цифровизации управления человеческими ресурсами в рассматриваемой компании составляет [55]:

$$D_{учр} = 0,26 \times 0,57 + 0,22 \times 0,53 + 0,17 \times 0,55 + 0,18 \times 0,31 + 0,17 \times 0,51 = 0,5008.$$

*Показатель* уровня цифровизации управления человеческими ресурсами 50,08 % – это средний уровень цифровизации управления человеческими ресурсами в организации.

Разработана комплексная методика оценки уровня цифровизации управления человеческими ресурсами в организации, позволяющая:

- количественно оценить текущий уровень цифровизации управления человеческими ресурсами и спрогнозировать его динамику с учетом влияния различных групп факторов (технических, экономических, социальных, правовых, психологических);
- анализировать различные сценарии развития цифровизации управления человеческими ресурсами в зависимости от изменения внутренних и внешних условий организации;
- наглядно представлять результаты моделирования;
- разрабатывать обоснованные управленческие решения для цифровой трансформации управления человеческими ресурсами.

Направления дальнейшего развития методики включают: расширение перечня учитываемых факторов, апробацию на большем объеме данных, разработку программного инструментария для автоматизации расчетов, адаптацию под отраслевую специфику организаций.

## **Выводы по 2 главе**

1. Разработана методика цифрового выбора программ обучения и повышения квалификации человеческих ресурсов организации, основанная на компетентностном подходе и реализуемая с помощью технологий Big Data и искусственного интеллекта. Методика включает анализ ключевых компетенций сотрудников, выявление несоответствий между имеющимися и требуемыми компетенциями, автоматизированный поиск и отбор образовательных программ.

2. Предложен методический подход к определению влияния цифровизации на изменения количества и содержания рабочих мест в организации. На основе исследования 68 организаций Витебского региона выявлено, что 63,2 % организаций имеют высокий или

значительный уровень цифровизации, при этом наблюдается существенная разница между государственным (47,83 %) и частным (95,45 %) секторами.

3. Проведена оценка востребованности компетенций и сравнение профессиональных профилей в легкой промышленности. Анализ показал высокую степень пересечения компетенций между различными инженерными специальностями, при этом наибольшую ценность имеют комплексные компетенции, сочетающие глубокое понимание производственных процессов с управленческими навыками и владением современными технологиями.

4. Разработана комплексная методика оценки уровня цифровизации управления человеческими ресурсами в организации, основанная на математическом моделировании с использованием Марковских процессов. Методика позволяет количественно оценить текущий уровень цифровизации управления человеческими ресурсами и спрогнозировать его динамику с учетом влияния технических, экономических, социальных, правовых и психологических факторов.

5. Построена модель прогресса цифровизации организаций Витебского региона, которая показала неравномерность процессов цифровой трансформации между различными секторами экономики и организациями разного масштаба. Выявлена необходимость дифференцированного подхода к стимулированию цифровизации в различных сегментах экономики.

6. На основе проведенного анализа разработаны практические рекомендации по ускорению и оптимизации процессов цифровой трансформации, включающие мероприятия по развитию цифровых компетенций, стимулированию инвестиций в цифровую инфраструктуру, совершенствованию нормативно-правовой базы и формированию культуры непрерывного обучения.

## ГЛАВА 3

### МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ДРАЙВЕРОВ И ПРЯПЯТСТВИЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ ОРГАНИЗАЦИИ

#### **3.1 Определение факторов успеха и барьеров при внедрении цифровых технологий в управление человеческими ресурсами организации**

Управление человеческими ресурсами организации является одной из ключевых функций, которая подвергается значительным изменениям в результате цифровизации. При этом внедрение цифровых технологий в эту сферу открывает новые возможности для повышения эффективности процесса управления, улучшения опыта сотрудников и принятия более обоснованных стратегических решений. Однако процесс цифровой трансформации HR (управление человеческими ресурсами, Human Resources) сопряжен с рядом вызовов и барьеров, преодоление которых требует понимания факторов успеха цифровизации и применения эффективных стратегий. Таким образом, перед проведением цифровизации управления человеческими ресурсами необходимо провести исследование ключевых факторов, способствующих успеху проектов цифровизации HR, и основных барьеров, препятствующих их реализации. Для достижения этой цели определены следующие задачи:

- идентифицировать организационные, технологические и человеческие факторы, влияющие на успех цифровизации HR;
- проанализировать типичные барьеры, возникающие при внедрении цифровых технологий;
- разработать рекомендации по преодолению барьеров и созданию благоприятных условий для цифровой трансформации управления человеческими ресурсами организации.

Для достижения поставленных целей и задач применялась комплексная методология, включающая как качественные, так и количественные методы сбора и анализа данных. Сбор данных представлял: анализ научной литературы и бизнес-кейсов по теме исследования, проведение интервью с HR-экспертами и руководителями, имеющими опыт цифровизации HR, опрос сотрудников организаций, внедряющих цифровые технологии в HR.

В процессе сбора данных проведен обзор научных статей, опубликованных в ведущих рецензируемых журналах по управлению человеческими ресурсами и информационным технологиям за 2010–2024 гг. Поиск осуществлялся по ключевым словам

«цифровизация HR», «цифровая трансформация HR», «факторы успеха HR цифровизации», «барьеры HR цифровизации» в базах данных Scopus, Web of Science и Google Scholar. Для исследований отобраны работы [61–63] исследователей Стоуна Д. Л., Дэдрик, Д. Л., Бондарука Т., Брюстера С. Марлер Дж. Х., Пэрри Э., Татевосян Т. А., проанализированы отчеты и исследования ведущих консалтинговых компаний Deloitte, McKinsey, PwC по теме цифровизации HR, опубликованные за 2015–2020 гг. [64–67], изучены бизнес-кейсы успешной цифровизации HR в компаниях из различных отраслей и регионов мира, доступных в открытых источниках – «Внедрение облачной HRM-системы в компании Unilever», «Цифровая трансформация HR в компании DHL», «Использование искусственного интеллекта в подборе персонала в компании Hilton»<sup>121314</sup>.

При получении данных проведено 10 полуструктурированных интервью с HR-директорами, руководителями проектов по цифровизации HR и консультантами по цифровой трансформации из компаний, успешно внедряющих цифровые технологии в управление человеческими ресурсами [68–71] (приложение Д). Участники интервью отбирались методом целенаправленной выборки на основе их опыта и экспертизы в области цифровизации HR. Интервью проводились лично или по видеосвязи, длительностью 45–60 минут, и были записаны и транскрибированы для дальнейшего анализа.

Вопросы интервью охватывали такие темы, как ключевые факторы успеха проектов цифровизации HR, основные барьеры и вызовы, стратегии преодоления барьеров, извлеченные уроки и рекомендации для других организаций.

С целью получения информации разработан онлайн-опрос для сбора данных о восприятии и опыте сотрудников, вовлеченных в процесс цифровизации HR в опрашиваемых организациях (приложение Е). Опрос включал вопросы о степени удовлетворенности сотрудников цифровыми HR-инструментами, их оценке влияния цифровизации на эффективность HR-процессов, а также о факторах, способствующих или препятствующих успешной адаптации к новым технологиям. В опросе приняли участие 20 сотрудников, представляющих различные должности и уровни иерархии.

Качественный анализ данных для выявления ключевых факторов и барьеров проводился с помощью больших языковых моделей и включал диагностику транскриптов интервью, ответов опроса и текстов с использованием метода тематического анализа. При этом проводилось кодирование данных, выявление повторяющихся тем и паттернов,

---

<sup>12</sup> [https://www.successfactors.com/en\\_us/lp/unilever-case-study.html](https://www.successfactors.com/en_us/lp/unilever-case-study.html)

<sup>13</sup> <https://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/en/media-center/responsibility/dpdhl-hr-digitalization-white-paper.pdf>

<sup>14</sup> <https://www.hirevue.com/case-studies/hilton-case-study>

связанных с факторами успеха и барьерами цифровизации HR. На основании выявленных тем разрабатывались концептуальные модели, иллюстрирующие взаимосвязи между факторами успеха, барьерами и результатами цифровизации HR.

Проведенный анализ данных позволил выявить следующие ключевые факторы успеха проектов цифровизации HR [71]:

1. Организационные факторы:

- поддержка и вовлеченность высшего руководства,
- четкая стратегия цифровизации, согласованная с бизнес-целями,
- гибкая и инновационная организационная культура,
- эффективные процессы управления изменениями.

2. Технологические факторы:

- качественная ИТ-инфраструктура,
- интеграция HR-систем с другими корпоративными системами,
- выбор надежных и удобных цифровых инструментов,
- надежность и безопасность данных.

3. Человеческие факторы:

- развитие цифровых компетенций HR-специалистов и сотрудников,
- вовлеченность сотрудников организации,
- эффективное управление изменениями и коммуникация,
- эффективное обучение и поддержка пользователей.

Основными барьерами, препятствующими успешной реализации проектов цифровизации HR, определены:

1. Организационные:

- сопротивление изменениям со стороны сотрудников и руководителей,
- ограниченные финансовые и временные ресурсы,
- бюрократические процессы и организационная ригидность,
- отсутствие ясного видения и стратегии цифровизации HR.

2. Технологические:

- сложность интеграции новых технологий с существующими системами,
- сложность цифровых инструментов,
- проблемы с качеством и безопасностью данных.

3. Человеческие:

- недостаток цифровых компетенций и опыта у HR-специалистов,
- страх сотрудников, особенно старшего поколения, перед новыми технологиями,
- недостаточная вовлеченность сотрудников в процесс цифровизации.

Далее проводились углубленные исследования предварительно установленных факторов успеха и барьеров цифровизации HR на основании качественного контент-анализа с элементами

количественного анализа с целью выявления их ключевых тем, мотивов и взаимосвязей, а также разработки практических рекомендаций по учету этих факторов в управлении проектами цифровизации.

При этом задачами контент-анализа были определены:

- определение основных единиц анализа (слов и словосочетаний), отражающих сущность факторов успеха и барьеров цифровизации HR;
- разработка категорий, объединяющих семантически близкие единицы анализа, для структурирования информации о факторах успеха и барьерах;
- проведение кодирования текста формулировок факторов успеха и барьеров в соответствии с разработанными категориями;
- анализ частоты упоминания различных категорий в факторах успеха и барьерах для выявления наиболее значимых аспектов;
- изучение контекста упоминания категорий в факторах успеха и барьерах для более глубокого понимания их смысла и роли в процессе цифровизации HR;
- сравнение ключевых тем и мотивов, присутствующих в формулировках факторов успеха и барьеров, для выявления противоположных тенденций и потенциальных конфликтов;
- исследование взаимосвязи и совместной встречаемости различных категорий в факторах успеха и барьерах для понимания их взаимного влияния;
- определение ключевых областей, требующих внимания при планировании и реализации проектов цифровизации HR;
- разработка рекомендаций по оптимальной формулировке факторов успеха и барьеров с учетом выявленных в ходе анализа мотивов и взаимосвязей;
- составление структурированного отчета, отражающего ключевые выводы и рекомендации для практического применения в управлении проектами цифровизации HR.

Выполнение поставленных задач в рамках контент-анализа позволило получить информацию о факторах успеха и барьерах цифровизации HR, которая применима для повышения эффективности соответствующих проектов и инициатив в организациях [69, 71].

#### *Реализация контент-анализа*

1. При определении основных единиц анализа, отражающих сущность факторов успеха и барьеров цифровизации HR, получен следующий список: поддержка, вовлеченность, высшее руководство, стратегия цифровизации, бизнес-цели, организационная культура, гибкая, инновационная, управление изменениями, ИТ-инфраструктура, интеграция, HR-системы, цифровые инструменты, надежность, безопасность данных, цифровые компетенции, HR-специалисты, сотрудники, обучение, поддержка пользователей, сопротивление изменениям, руководители, финансовые ресурсы, временные ресурсы,

бюрократические процессы, организационная ригидность, видение, сложность интеграции, новые технологии, существующие системы, качество данных, опыт, страх, старшее поколение.

Эти единицы анализа получены путем прочтения текста и выделения ключевых слов и словосочетаний, которые важны для понимания факторов успеха и барьеров цифровизации HR. Данный список послужил основой для дальнейшей группировки единиц анализа в категории и проведения контент-анализа.

2. В ходе разработки категорий, объединяющих семантически близкие единицы анализа, для структурирования информации о факторах успеха и барьерах выявленные 34 основные единицы анализа объединялись в 8 смысловых категорий: управление, стратегия, культура, технологии, данные, компетенции, вовлеченность, ресурсы, которым присваивался буквенный код: управление (У), стратегия (С), культура (К), технологии (Т), данные (Д), компетенции (КМ), вовлеченность (В), ресурсы (Р).

3. Проведение кодирования текста формулировок факторов успеха и барьеров в соответствии с разработанными категориями заключалось в последовательном анализе текста факторов успеха и барьеров. При этом, каждый раз, когда встречалась единица анализа из составленного списка, она отмечалась соответствующим кодом категории (например, «поддержка и вовлеченность высшего руководства» – код У, управление). Если единица анализа встречалась несколько раз, ставилось соответствующее количество отметок. Затем подсчитывалось количество отметок для каждой категории в факторах успеха и барьерах (табл. 3.1) [69].

Таблица 3.1 – Анализ текста формулировок факторов успеха и барьеров при кодировании

Смысловые категории анализа	Код	Встречаемость единицы анализа в:	
		факторах успеха	барьерах
Управление	У	4	1
Стратегия	С	2	1
Культура	К	2	1
Технологии	Т	4	2
Данные	Д	2	1
Компетенции	КМ	3	1
Вовлеченность	В	2	1
Ресурсы	Р	0	2

4. Анализ частоты упоминания различных категорий в факторах успеха и барьерах для выявления наиболее значимых аспектов позволил:

4.1 определить, что в факторах успеха чаще всего упоминаются категории «Управление» (4 раза) и «Технологии» (4 раза), а в барьерах – «Технологии» (2 раза) и «Ресурсы» (2 раза);

4.2 выявить ключевые темы:

а) для факторов успеха:

– управление (У): поддержка и вовлеченность высшего руководства, эффективное управление изменениями;

– стратегия (С): четкая стратегия цифровизации, согласованность стратегии с бизнес-целями;

– культура (К): гибкая организационная культура, инновационная организационная культура;

– технологии (Т): качественная ИТ-инфраструктура, интеграция HR-систем с другими корпоративными системами, надежные и удобные цифровые инструменты;

– данные (Д): надежность данных, безопасность данных;

– компетенции (КМ): развитие цифровых компетенций HR-специалистов, развитие цифровых компетенций сотрудников;

– вовлеченность (В): вовлеченность сотрудников организации, эффективное обучение и поддержка пользователей;

б) для барьеров цифровизации HR:

– управление (У): сопротивление изменениям со стороны руководителей;

– стратегия (С): отсутствие ясного видения и стратегии цифровизации HR;

– культура (К): бюрократические процессы и организационная ригидность;

– технологии (Т): сложность интеграции новых технологий с существующими системами, сложность цифровых инструментов;

– данные (Д): проблемы с качеством данных, проблемы с безопасностью данных;

– компетенции (КМ): недостаток цифровых компетенций и опыта у HR-специалистов;

– вовлеченность (В): недостаточная вовлеченность сотрудников в процесс цифровизации, страх сотрудников, особенно старшего поколения, перед новыми технологиями;

– ресурсы (Р): ограниченные финансовые ресурсы, ограниченные временные ресурсы;

4.3 провести сравнительный анализ факторов успеха и барьеров цифровизации HR:

а) поддержка и вовлеченность:

– фактор успеха – поддержка и вовлеченность высшего руководства;

– барьер – сопротивление изменениям со стороны сотрудников и руководителей;

- б) стратегия:
  - фактор успеха – четкая стратегия цифровизации, согласованная с бизнес-целями;
  - барьер – отсутствие ясного видения и стратегии цифровизации HR;
- в) ресурсы:
  - фактор успеха – не указан;
  - барьер – ограниченные финансовые и временные ресурсы;
- г) организационная культура:
  - фактор успеха – гибкая и инновационная организационная культура;
  - барьер – бюрократические процессы и организационная ригидность;
- д) интеграция и качество систем:
  - фактор успеха – интеграция HR-систем с другими корпоративными системами, качественная ИТ-инфраструктура;
  - барьер – сложность интеграции новых технологий с существующими системами;
- е) цифровые компетенции:
  - фактор успеха – развитие цифровых компетенций HR-специалистов и сотрудников;
  - барьер – недостаток цифровых компетенций и опыта у HR-специалистов;
- ж) управление изменениями и вовлеченность сотрудников:
  - фактор успеха – эффективное управление изменениями и коммуникация, вовлеченность сотрудников организации;
  - барьер – недостаточная вовлеченность сотрудников в процесс цифровизации, страх сотрудников, особенно старшего поколения, перед новыми технологиями.

Таким образом, многие факторы успеха и барьеры являются противоположными по смыслу, подчеркивая важность развития положительных аспектов и преодоления негативных для достижения успеха в цифровизации HR. Такие факторы, как ресурсы, присутствуют только в барьерах, указывая на то, что их недостаток может препятствовать успеху, даже если достаточность ресурсов не выделена как отдельный фактор успеха.

#### 4.4 выявить взаимосвязи:

- а) между категориями факторов успеха:
  - управление (У) и вовлеченность (В) – эффективное управление изменениями и поддержка со стороны высшего руководства способствуют повышению вовлеченности сотрудников в процесс цифровизации HR;
  - стратегия (С) и технологии (Т) – наличие четкой стратегии цифровизации HR, согласованной с бизнес-целями, помогает

обосновать необходимость инвестиций в качественную ИТ-инфраструктуру и внедрение передовых HR-технологий;

– культура (К) и вовлеченность (В) – гибкая и инновационная организационная культура способствует повышению вовлеченности сотрудников и их готовности принимать изменения, связанные с цифровизацией HR;

– компетенции (КМ) и вовлеченность (В) – развитие цифровых компетенций HR-специалистов и сотрудников повышает их уверенность в своих силах и готовность активно участвовать в процессе цифровизации;

– технологии (Т) и данные (Д): внедрение надежных и удобных цифровых HR-инструментов, а также обеспечение интеграции HR-систем с другими корпоративными системами способствует повышению качества и безопасности HR-данных;

б) между категориями барьеров:

– управление (У) и культура (К) – сопротивление изменениям со стороны руководителей часто связано с бюрократическими процессами и организационной ригидностью, препятствующими эффективной цифровизации HR;

– стратегия (С) и ресурсы (Р) – отсутствие ясного видения и стратегии цифровизации HR может быть связано с ограниченностью финансовых и временных ресурсов, выделяемых на реализацию проектов цифровизации;

– технологии (Т) и компетенции (КМ) – сложность интеграции новых HR-технологий с существующими системами и сложность освоения цифровых инструментов могут быть обусловлены недостатком цифровых компетенций и опыта у HR-специалистов;

– вовлеченность (В) и компетенции (КМ) – недостаточная вовлеченность сотрудников в процесс цифровизации и их страх перед новыми технологиями часто связаны с недостатком у них необходимых цифровых компетенций и опыта;

– ресурсы (Р) и технологии (Т) – ограниченность финансовых и временных ресурсов может препятствовать внедрению передовых HR-технологий и созданию качественной ИТ-инфраструктуры, необходимой для эффективной цифровизации HR.

Выявление взаимосвязей между категориями факторов успеха и барьеров позволяет лучше понять комплексный характер проблем, возникающих при цифровизации HR, и разработать более эффективные стратегии их преодоления. Учет этих взаимосвязей при планировании и реализации проектов цифровизации HR помогает добиться синергетического эффекта и повысить вероятность успешного достижения поставленных целей.

4.5 установить взаимосвязь между факторами успеха и барьерами цифровизации HR:

– связь между наличием четкой стратегии (фактор успеха) и сопротивлением изменениям (барьер): наличие эффективно выстроенной стратегии цифровизации HR снижает сопротивление изменениям со стороны сотрудников и руководителей, т. к. они смогут лучше понимать цели, задачи и преимущества трансформации, а отсутствие ясной стратегии – усилит данное сопротивление;

– связь между поддержкой высшего руководства (фактор успеха) и доступностью ресурсов (барьер): сильная поддержка и вовлеченность высшего руководства способствует выделению необходимых финансовых и временных ресурсов для проектов цифровизации HR, тем самым снижает барьер ограниченности ресурсов, а отсутствие поддержки руководства – усугубляет проблему нехватки ресурсов;

– связь между развитием цифровых компетенций (фактор успеха) и страхом перед новыми технологиями (барьер): активное развитие цифровых компетенций сотрудников и HR-специалистов через обучение и практику снижает их страх и сопротивление новым технологиям, а недостаток компетенций – усиливает их неуверенность;

– связь между гибкой организационной культурой (фактор успеха) и бюрократическими процессами (барьер): развитие гибкой инновационной организационной культуры способствует снижению бюрократии и ригидности процессов, которые препятствуют цифровизации HR, а сильно бюрократизированная культура затрудняет внедрение гибких подходов;

– связь между качеством ИТ-инфраструктуры (фактор успеха) и сложностью интеграции новых технологий (барьер): наличие качественной, современной ИТ-инфраструктуры облегчает интеграцию новых HR-технологий и снижает сложность этого процесса, а устаревшая или фрагментированная инфраструктура – усложняет интеграцию.

Выявленные взаимосвязи позволяют установить наличие и направление корреляции между факторами успеха и барьерами цифровизации HR (табл. 3.2). Для построения матрицы корреляций использованы следующие обозначения – таблица 3.2.

Таблица 3.2 – Условные обозначения, использованные для построения матрицы корреляции между факторами успеха и барьерами цифровизации HR

Корреляция		Фактор успеха		Барьер	
Направление	обозначение	наименование	обозначение	наименование	обозначение
Положительная	+	поддержка и вовлеченность высшего руководства	1	сопротивление изменениям со стороны сотрудников и руководителей	A
		четкая стратегия цифровизации, согласованная с бизнес-целями	2	ограниченные финансовые и временные ресурсы	B
		гибкая и инновационная организационная культура	3	бюрократические процессы и организационная ригидность	C
		эффективные процессы управления изменениями	4	отсутствие ясного видения и стратегии цифровизации HR	D
Отрицательная	-	качественная ИТ-инфраструктура	5	сложность интеграции новых технологий с существующими системами	E
		интеграция HR-систем с другими корпоративными системами	6		
		выбор надежных и удобных цифровых инструментов	7	сложность цифровых инструментов	F
		надежность и безопасность данных	8	проблемы с качеством и безопасностью данных	G
нейтральная либо отсутствует	0	развитие цифровых компетенций HR-специалистов и сотрудников	9	недостаток цифровых компетенций и опыта у HR-специалистов	H
		вовлеченность сотрудников организации	10	страх сотрудников, особенно старшего поколения, перед новыми технологиями	I
		эффективное управление изменениями и коммуникация	11		
		эффективное обучение и поддержка пользователей	12	недостаточная вовлеченность сотрудников в процесс цифровизации	J

Таблица 3.3 – Матрица корреляции между факторами успеха и барьерами цифровизации HR

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-
2	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-
3	-	0	-	-	0	0	0	0	-	-
4	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
5	0	-	0	-	-	-	-	0	0	0
6	0	-	0	-	-	-	-	0	0	0
7	0	-	0	-	-	-	-	-	-	0
8	0	-	0	-	-	0	-	0	0	0
9	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
10	-	0	-	-	0	-	0	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-

Матрица корреляций заполнялась с использованием логических рассуждений и анализа, проведенного большой языковой моделью – технологией обработки естественного языка, основанной на глубоком обучении. Для оценки потенциальных взаимосвязей между факторами успеха и барьерами цифровизации HR языковая модель опиралась на понимание сущности и потенциального влияния каждого фактора и барьера, на основании чего провела попарное сравнение элементов матрицы, определяя направление и силу предполагаемых корреляций на основе выявленных неявных связей между понятиями. Если наличие фактора успеха потенциально снижало влияние барьера – в матрице отмечалась отрицательная корреляция, если у фактора успеха и барьера не была выявлена прямая связь – устанавливалась нейтральная корреляция. Положительной корреляции между факторами успеха и барьерами цифровизации HR установлено не было.

Результаты заполнения матрицы корреляции и ее интерпретация согласовывались с экспертами (участниками интервью) [69].

### *Интерпретация матрицы корреляций*

#### *1. Управление организацией и стратегия цифровизации HR*

Факторы успеха, связанные с управлением и стратегией, такие как поддержка и вовлеченность высшего руководства (1), четкая стратегия цифровизации (2), гибкая и инновационная организационная культура (3), эффективные процессы управления изменениями (4) и эффективное управление изменениями и коммуникация (11), имеют умеренную или сильную отрицательную корреляцию с большинством барьеров. Это означает, что наличие этих факторов успеха может значительно снизить влияние таких барьеров, как сопротивление изменениям (A), ограниченные ресурсы (B), бюрократические процессы (C), отсутствие ясного видения и стратегии (D) и недостаточная вовлеченность сотрудников (J). Таким образом, уделяя особое внимание развитию

факторов успеха, связанных с управлением и стратегией, организации могут более эффективно преодолевать эти барьеры.

### *2. Цифровые технологии*

Технологические факторы успеха – качественная ИТ-инфраструктура (5), интеграция HR-систем с другими корпоративными системами (6), выбор надежных и удобных цифровых инструментов (7) и надежность и безопасность данных (8), имеют умеренную или сильную отрицательную корреляцию с технологическими барьерами, включая сложность интеграции новых технологий с существующими системами (E), сложность цифровых инструментов (F) и проблемы с качеством и безопасностью данных (G). Это подчеркивает важность инвестиций в развитие технологической базы и экспертизы для успешной цифровизации HR. Уделяя внимание этим факторам успеха, организации могут минимизировать технологические барьеры и обеспечить более гладкий переход к цифровым HR-процессам.

### *3. Человеческий фактор*

Человеческие факторы успеха, такие как развитие цифровых компетенций HR-специалистов и сотрудников (9), вовлеченность сотрудников организации (10) и эффективное обучение и поддержка пользователей (12), имеют умеренную или сильную отрицательную корреляцию с человеческими барьерами, включая недостаток цифровых компетенций и опыта у HR-специалистов (H), страх сотрудников перед новыми технологиями (I) и недостаточную вовлеченность сотрудников в процесс цифровизации (J). Это подчеркивает необходимость уделять особое внимание человеческому аспекту цифровой трансформации HR. Инвестируя в развитие цифровых навыков, обеспечивая эффективное обучение и поддержку, а также активно вовлекая сотрудников в процесс изменений, организации могут преодолеть эти барьеры и обеспечить более высокий уровень принятия и использования новых HR-технологий.

### *4. Ресурсы*

Ограниченные финансовые и временные ресурсы (B) имеют умеренную отрицательную корреляцию с большинством факторов успеха. Это означает, что нехватка ресурсов может препятствовать развитию факторов успеха и, следовательно, замедлять процесс цифровизации HR. Организациям необходимо обеспечить достаточные ресурсы для реализации проектов цифровизации HR и рассматривать эти инвестиции как стратегически важные для будущего успеха компании.

### *5. Видение и стратегия*

Отсутствие ясного видения и стратегии цифровизации HR (D) имеет сильную отрицательную корреляцию с факторами успеха, связанными с управлением и стратегией (1, 2, 3, 4, 11). Это подчеркивает критическую важность разработки и эффективного

доведения до сотрудников четкого видения и стратегии цифровой трансформации HR. Без ясного понимания целей, преимуществ и плана действий, организации могут столкнуться со значительными трудностями в реализации факторов успеха и преодолении барьеров на пути цифровизации.

Таким образом, матрица корреляций показывает, что успешная цифровизация HR требует целостного подхода, учитывающего взаимосвязи между различными факторами успеха и барьерами. Организации должны уделять внимание развитию факторов успеха во всех трех ключевых областях – управлении и стратегии, технологиях и человеческом факторе, одновременно работая над преодолением соответствующих барьеров. Только при таком комплексном подходе можно обеспечить эффективную и устойчивую цифровую трансформацию HR-функции.

*Выводы контент-анализа:*

1. Ключевыми областями успешной цифровизации HR являются:

- эффективное управление изменениями,
- разработка четкой стратегии,
- развитие цифровых компетенций сотрудников и обеспечение их вовлеченности.

2. Основные барьеры цифровизации HR связаны с:

- сопротивлением изменениям,
- нехваткой ресурсов,
- бюрократией,
- отсутствием ясной стратегии,
- недостатком цифровых компетенций у HR-специалистов.

3. Для преодоления выявленных барьеров необходимо сфокусироваться на:

- эффективной коммуникации и управлении изменениями,
- разработке стратегии цифровизации,
- выделении необходимых ресурсов,
- упрощении процессов,
- активном развитии цифровых навыков сотрудников.

В качестве рекомендаций по формулировке факторов успеха и барьеров правомерно предложить:

- подчеркивать роль руководства и необходимость их активной поддержки и вовлеченности сотрудников организации;
- делать акцент на согласованности стратегии цифровизации с бизнес-целями организации;
- указывать на важность гибкой и инновационной организационной культуры;
- отмечать критичность качественной ИТ-инфраструктуры и интеграции внедряемых систем;
- подчеркивать значимость надежности и безопасности данных;

- делать упор на развитие цифровых компетенций всех сотрудников, а не только HR-специалистов;
- обращать внимание на необходимость эффективного управления изменениями и двусторонней коммуникации;
- отмечать важность вовлечения сотрудников на всех этапах цифровизации HR.

Составленные рекомендации по формулировке факторов успеха и барьеров цифровизации HR позволили совместно с участвующими в интервью HR-директорами, руководителями проектов по цифровизации HR и консультантами по цифровой трансформации сформулировать указания по успешному преодолению барьеров и ускорению внедрения цифровизации в HR-функции (приложение Д):

1. Четко определить видение, стратегию и дорожную карту цифровой трансформации HR, согласованные с бизнес-целями компании, которые должны включать конкретные цели, показатели эффективности и план действий.

2. Обеспечить активную поддержку, вовлеченность и лидерство высшего руководства в процессе цифровизации. Топ-менеджмент должен демонстрировать приверженность изменениям, выделять необходимые ресурсы, мотивировать сотрудников.

3. Выстроить эффективную систему управления изменениями в период трансформации, которая учитывает:

- постоянную коммуникацию и разъяснение целей, преимуществ изменений для сотрудников,
- вовлечение персонала в процесс на всех этапах (информирование, обратная связь, участие в тестировании и т. д.),
- работу с сопротивлением (выявление причин, адресная работа с возражениями),
- обучение цифровым навыкам и новым процессам, подробные инструкции и поддержку,
- внедрение системы мотивации, признание успехов, создание историй успеха,
- мониторинг вовлеченности, удовлетворенности и проблем сотрудников в процессе изменений;

4. Развивать гибкую, инновационную, ориентированную на изменения корпоративную культуру. Поощрять инициативу, творчество, постоянное обучение и совершенствование, экспериментирование.

5. Обеспечить необходимую ИТ-инфраструктуру и интеграцию HR-систем с другими корпоративными системами для достижения синергии. Интеграция данных необходима для стратегической роли HR и аналитики.

6. Тщательно выбирать надежные, безопасные и удобные цифровые решения для HR с учетом потребностей бизнеса. Провести пилотные проекты перед полномасштабным внедрением.

7. Уделить особое внимание развитию цифровых и аналитических компетенций HR-специалистов через обучение, сертификацию, практику. Для сложных задач рассмотреть найм экспертов по HR-технологиям и анализу данных.

8. Применять agile-подход в проектах цифровизации – разбивать процесс на более мелкие итеративные шаги с постоянной обратной связью, корректировкой и улучшением что повысит гибкость и позволит быстрее получать результаты.

9. Внимательно отнестись к вопросам качества данных, их достоверности, полноте и безопасности. Внедрить процессы и политики управления HR-данными, соблюдения Закона о защите персональных данных и других нормативно-правовых актов.

10. На всех этапах цифровизации HR принимать во внимание специфику организации, зрелость HR-процессов и ИТ-инфраструктуры, готовность сотрудников к изменениям.

В результате анализа научной литературы и бизнес-кейсов, интервью с экспертами в области управления человеческими ресурсами и руководителями организаций, имеющими опыт цифровизации кадровой сферы, опроса сотрудников организаций, внедряющих цифровые технологии в управление человеческими ресурсами, анкетирования организаций Витебского региона по вопросам уровня развития их цифровизации, разработана **интегрированная классификация факторов успеха и барьеров цифровизации организации** [61–71].

## **I. Факторы успеха цифровизации**

### *1. Стратегические факторы:*

- четкая стратегия цифровизации, согласованная с бизнес-целями,
- поддержка и вовлеченность высшего руководства,
- стратегическое понимание и готовность к цифровизации,
- признание влияния цифровых технологий на профессиональные требования;

### *2. Технологические факторы:*

- качественная ИТ-инфраструктура,
- интеграция систем с другими корпоративными системами,
- выбор надежных и удобных цифровых инструментов,
- надежность и безопасность данных,
- инвестиции в цифровое развитие;

### *3. Компетентностные факторы:*

- развитие цифровых компетенций у сотрудников,
- готовность к обновлению компетенций,
- эффективность обучающих программ,

– эффективное обучение и поддержка пользователей;

#### *4. Организационно-культурные факторы:*

- гибкая и инновационная организационная культура,
- эффективные процессы управления изменениями,
- вовлеченность сотрудников организации,
- успешная адаптация к цифровым методам работы;

#### *5. Факторы эффективности:*

- снижение рутинной работы,
- повышение производительности на рабочем месте,
- эффективное управление изменениями и коммуникация.

## **II. Барьеры цифровизации**

### *1. Организационные барьеры:*

- сопротивление изменениям,
- бюрократические процессы и организационная ригидность,
- отсутствие ясного видения и стратегии цифровизации,
- неравномерность цифровой трансформации между секторами и профессиональными группами,
- недооценка важности развития навыков.

### *2. Технологические барьеры:*

- сложность интеграции новых технологий с существующими системами,
- проблемы с качеством и безопасностью данных,
- сложности адаптации к новым технологиям.

### *3. Компетентностные барьеры:*

- недостаток цифровых компетенций у сотрудников,
- проблема «сверхквалификации»,
- недостаточное внимание к личностным навыкам,
- страх перед новыми технологиями.

### *4. Ресурсные барьеры:*

- ограниченные финансовые и временные ресурсы,
- ограниченность ресурсов для обучения.

### *5. Методологические барьеры:*

- консерватизм в методах обучения,
- проблема эффективности использования навыков.

С целью определения ключевых факторов успеха и барьеров цифровизации разработана методика оценки их значимости, позволяющая определить аспекты, на которых стоит сосредоточить усилия в первую очередь при реализации проектов цифровизации организации [69]. Оценка значимости факторов и барьеров цифровизации осуществлялась в несколько этапов:

1. Определение критериев оценки значимости факторов успеха и барьеров цифровизации и их шкалы влияния.

2. Расчет весовых коэффициентов критериев оценки значимости факторов успеха и барьеров цифровизации и их шкалы влияния.

3. Осуществление процесса оценки факторов успеха и барьеров цифровизации.

4. Интерпретация результатов и их визуализация.

5. Формирование рекомендаций по приоритизации усилий в проектах цифровизации.

С целью выявления критериев оценки значимости факторов успеха и барьеров цифровизации проведен качественный и количественный контент-анализ их интегрированной классификации, включающий: подсчет частоты упоминаний факторов успеха и барьеров, анализ контекста упоминаний, тематическую кластеризацию, оценку взаимосвязей между различными аспектами цифровизации. Результаты частотного анализа представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Результаты частотного анализа данных о факторах успеха и барьерах цифровизации

Факторы успеха		Барьеры цифровизации	
наименование	количество упоминаний	наименование	количество упоминаний
Стратегия и видение	5	Сопротивление изменениям	2
Развитие компетенций	4	Недостаток компетенций	4
Технологическая инфраструктура	3	Технологические сложности	2
Организационная культура и управление изменениями	3	Организационные барьеры	3
Вовлеченность сотрудников	2	Ресурсные ограничения	2

Составлено: по результатам анкетирования и анализа цифровизации HR.

Результаты контекстуального анализа:

– эффективность: упоминается в контексте улучшения бизнес-процессов (85 % релевантных упоминаний),

– скорость: обсуждается в связи с адаптацией к изменениям (70 % релевантных упоминаний),

– масштаб: присутствует в контексте влияния на всю организацию (80 % релевантных упоминаний).

Результаты тематической кластеризации:

– стратегические аспекты – 25 % всех упоминаний,

– человеческий капитал – 30 % всех упоминаний,

– технологические аспекты – 20 % всех упоминаний,

– организационные аспекты – 25 % всех упоминаний.

На основе проведенного анализа выявлены три ключевых критерия для оценки значимости факторов и барьеров цифровизации:

1. *Влияние на эффективность бизнес-процессов* – критерий оценивает, насколько сильно фактор успеха или барьер влияет на

улучшение или ухудшение основных бизнес-процессов организации. Он напрямую связан с наиболее часто упоминаемым фактором успеха – стратегией и видением, охватывает аспекты стратегического и организационного кластеров, 85 % упоминаний эффективности указывают на улучшение бизнес-процессов.

2. *Скорость воздействия* – критерий оценивает, как быстро проявляется эффект от фактора успеха или насколько быстро барьер начинает оказывать негативное влияние. Критерий отражает важность быстрой адаптации к изменениям, что критично в контексте цифровой трансформации, охватывает факторы развития компетенций и преодоления сопротивления изменениям, 70 % упоминаний скорости связаны с адаптацией к изменениям.

3. *Масштаб воздействия на организацию* – критерий оценивает, насколько широко фактор успеха или барьер влияет на различные аспекты организации. Он охватывает все выявленные тематические кластеры, отражает комплексный характер цифровой трансформации, 80 % упоминаний масштаба связаны с влиянием на всю организацию.

Проведенный контент-анализ демонстрирует, что выявленные критерии (влияние на эффективность бизнес-процессов, скорость воздействия и масштаб воздействия на организации) являются наиболее важными для оценки значимости факторов успеха и барьеров цифровизации. Эти критерии:

- охватывают все ключевые аспекты цифровой трансформации, выявленные в анализе;
- имеют наибольшую частоту и значимость упоминаний;
- отражают как стратегические, так и операционные аспекты цифровизации;
- позволяют оценить как краткосрочные, так и долгосрочные эффекты цифровых инициатив.

Использование этих трех критериев обеспечит комплексную и объективную оценку факторов и барьеров цифровизации, что критически важно для успешной реализации проектов цифровой трансформации.

### **3.2 Методика оценки значимости ключевых факторов успеха и барьеров цифровизации организации**

С целью установления уровня влияния критериев оценки значимости факторов успеха и барьеров цифровизации разработана шкала, описывающая возможные силы воздействия каждого критерия (табл. 3.5) [69].

Таблица 3.5 – Шкала влияния критериев оценки значимости факторов и барьеров цифровизации

Уровень влияния критерия оценки	Описание уровня в зависимости от критерия оценки		
	влияние на эффективность бизнес-процессов	скорость воздействия	масштаб воздействия на организацию
1–3 балла	минимальное влияние на эффективность	долгосрочное воздействие (эффект проявляется через год или более)	локальное воздействие (влияет на отдельные отделы или процессы)
4–6 баллов	умеренное влияние на эффективность	среднесрочное воздействие (эффект проявляется в течение нескольких месяцев)	умеренное воздействие (влияет на несколько отделов или ключевые процессы)
7–10 баллов	значительное влияние на эффективность	краткосрочное воздействие (эффект проявляется немедленно или в течение нескольких недель)	глобальное воздействие (влияет на всю организацию или большинство процессов)

Данная шкала обладает рядом достоинств:

- универсальность: шкала 1–10 является интуитивно понятной и широко используемой в различных оценочных системах,
- детализация: трехуровневое разделение (1–3, 4–6, 7–10) позволяет достаточно точно дифференцировать оценки, не усложняя сам процесс оценки,
- гибкость: шкала позволяет учитывать нюансы и промежуточные состояния между основными уровнями,
- соответствие контексту: критерии и их градации отражают ключевые аспекты цифровизации, выявленные в проведенном анализе.

Разработанная шкала обеспечивает сбалансированный подход к оценке факторов и барьеров цифровизации, учитывая как их силу влияния, так временные и пространственные характеристики этого влияния.

Расчет значимости фактора успеха или барьера ( $f(B_i)$ ) проводится по формуле:

$$f(B_i) = a_1 C_1 + a_2 C_2 + a_3 C_3, \quad (3.1)$$

где:  $C_1$  – критерий, характеризующий влияние фактора успеха (барьера) цифровизации на эффективность бизнес-процессов;  $C_2$  – критерий, характеризующий скорость воздействия фактора успеха (барьера) цифровизации;  $C_3$  – критерий, характеризующий масштаб воздействия фактора успеха (барьера) цифровизации;  $a_1...a_3$  – коэффициенты, отражающие степень влияния критериев  $C_1 - C_3$ .

Для установления значения коэффициентов, отражающих степень влияния критериев  $C_1 - C_3$ , использовался метод анализа иерархий. Для

этого критериям оценки значимости факторов успеха и барьеров цифровизации заданы кодовые значения:

- А: критерий, характеризующий влияние фактора успеха (барьера) цифровизации на эффективность бизнес-процессов,
- В: критерий, характеризующий скорость воздействия фактора успеха (барьера) цифровизации,
- С: критерий, характеризующий масштаб воздействия фактора успеха (барьера) цифровизации.

Создана матрица попарных сравнений критериев оценки значимости факторов успеха и барьеров цифровизации (табл. 3.6), используя шкалу значений:

- 1 – равная важность,
- 3 – умеренное превосходство,
- 5 – существенное превосходство,
- 7 – значительное превосходство,
- 9 – абсолютное превосходство,
- 2, 4, 6, 8 – промежуточные значения.

Таблица 3.6 – Матрица попарных сравнений критериев оценки факторов успеха и барьеров цифровизации организации

Критерий	А	В	С
А	1	3	3
В	1/3	1	1
С	1/3	1	1

Обоснование оценок: критерий влияния на эффективность (А) считается умеренно более важным, чем скорость (В) и масштаб (С), основываясь на частоте упоминаний и стратегической важности; скорость (В) и масштаб (С) считаются равнозначными между собой.

Расчет собственного вектора матрицы:

а) определение геометрического среднего для каждой строки матрицы:

$$A: (1 \times 3 \times 3)^{\frac{1}{3}} \approx 2,08;$$

$$B: \left(\frac{1}{3} \times 1 \times 1\right)^{\frac{1}{3}} \approx 0,69;$$

$$C: \left(\frac{1}{3} \times 1 \times 1\right)^{\frac{1}{3}} \approx 0,69.$$

в) нормализация полученных значений:

Сумма геометрических средних составила:

$$2,08 + 0,69 + 0,69 = 3,46;$$

$$A: \frac{2,08}{3,46} \approx 0,6;$$

$$B : \frac{0,69}{3,46} \approx 0,2 ;$$

$$C : \frac{0,69}{3,46} \approx 0,2 .$$

Проверка согласованности:

а) Вычисление индекса согласованности ( $CI$ ) при  $\lambda_{\max} \approx 3,0$  (согласно размеру матрицы):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n-1)} ; \quad (3.2)$$

где  $\lambda_{\max}$  – максимальное собственное значение матрицы сравнений;  $n$  – размерность матрицы.

$$CI = \frac{3,0 - 3}{(3-1)} = 0 .$$

в) определение отношения согласованности ( $CR$ ):

$$CR = \frac{CI}{RI} ; \quad (3.3)$$

где  $RI$  – среднее значение  $CI$  для случайно сгенерированных матриц (табличное значение индекса  $RI$  для матрицы 3x3 равно 0,58).

Поскольку  $CR = \frac{0}{0,58} = 0 < 0,1$ , оценки в матрице – согласованы.

Это означает, что суждения об относительной важности критериев непротиворечивы.

Таким образом, формула по расчету значимости фактора успеха или барьера цифровизации ( $f(B_i)$ ) примет вид:

$$f(B_i) = 0,6C_1 + 0,2C_2 + 0,2C_3. \quad (3.4)$$

Процесс оценки факторов успеха и барьеров цифровизации включал этапы:

- формирование экспертной группы из специалистов по управлению человеческими ресурсами, IT и менеджмента;
- оценка факторов успеха и барьеров цифровизации по установленным в ходе контент-анализа критериям;
- расчет значимости факторов успеха и барьеров цифровизации.

Значимость факторов успеха и барьеров цифровизации представлена в таблицах 3.7–3.8.

Таблица 3.7 – Матрица оценки факторов успеха цифровизации

Факторы успеха	Влияние на эффективность бизнес-процессов	Скорость воздействия	Масштаб воздействия на организацию	Значимость, $f(B_i)$
Четкая стратегия цифровизации, согласованная с бизнес-целями	8,3	7,2	9,1	<b>8,04</b>
Поддержка и вовлеченность высшего руководства	8,9	8,0	8,4	<b>8,52</b>
Стратегическое понимание и готовность к цифровизации	8,1	6,5	7,6	7,46
Признание влияния цифровых технологий на профессиональные требования	7,6	5,8	6,4	6,64
Качественная IT-инфраструктура	8,2	7,1	8,0	7,92
Интеграция систем с другими корпоративными системами	7,4	6,3	7,3	7,14
Выбор надежных и удобных цифровых инструментов	8,1	6,5	7,5	7,54
Надежность и безопасность данных	8,7	7,4	8,3	<b>8,18</b>
Инвестиции в цифровое развитие	8,0	6,2	7,9	7,60
Развитие цифровых компетенций у сотрудников	7,3	5,7	6,5	6,58
Готовность к обновлению компетенций	7,5	5,6	6,6	6,66
Эффективность обучающих программ	7,8	5,9	7,0	6,96
Эффективное обучение и поддержка пользователей	8,0	6,4	7,2	7,36
Гибкая и инновационная организационная культура	8,1	7,0	7,4	7,76
Эффективные процессы управления изменениями	7,9	6,4	7,3	7,40
Вовлеченность сотрудников организации	7,4	5,7	6,6	6,64
Успешная адаптация к цифровым методам работы	7,8	6,3	7,1	7,28
Снижение рутинной работы	7,3	6,1	7,0	6,86
Повышение производительности на рабочем месте	8,2	7,0	7,5	7,74
Эффективное управление изменениями и коммуникация	7,9	6,3	7,2	7,28

Таблица 3.8 – Матрица оценки барьеров цифровизации

Барьеры	Влияние на эффективность бизнес-процессов	Скорость воздействия	Масштаб воздействия на организацию	Значимость (f(Bi))
Сопrotивление изменениям	8,9	8,0	8,5	<b>8,58</b>
Бюрократические процессы и организационная ригидность	8,1	7,3	7,6	7,78
Отсутствие ясного видения и стратегии цифровизации	8,2	7,1	7,9	7,88
Неравномерность цифровой трансформации между секторами и профессиональными группами	7,3	6,4	7,0	6,94
Недооценка важности развития навыков	7,5	6,3	7,2	6,96
Сложность интеграции новых технологий с существующими системами	8,0	7,1	7,5	7,64
Проблемы с качеством и безопасностью данных	8,2	7,3	8,0	7,88
Сложности адаптации к новым технологиям	7,2	6,3	7,0	6,92
Недостаток цифровых компетенций у сотрудников	7,3	6,4	7,0	6,94
Проблема «сверхквалификации»	6,5	5,4	6,3	6,20
Недостаточное внимание к личностным навыкам	6,4	5,2	6,2	6,08
Страх перед новыми технологиями	7,2	6,3	7,0	6,92
Ограниченные финансовые и временные ресурсы	8,1	7,2	7,5	7,68
Ограниченность ресурсов для обучения	7,2	6,3	7,0	6,92
Консерватизм в методах обучения	7,0	6,2	6,8	6,84
Проблема эффективности использования навыков	7,1	6,2	7,0	6,88

С целью интерпретации результатов оценки значимости факторов успеха и барьеров цифровизации разработана шкала их оценки:

- 0–1,99 баллов – малозначимый фактор успеха (барьер) цифровизации;
- 2,0–3,99 баллов – умеренно важный фактор успеха (барьер) цифровизации;
- 4,0–5,99 баллов – важный фактор успеха (барьер) цифровизации;
- 6,0–7,99 баллов – очень важный фактор успеха (барьер) цифровизации;
- 8–10,0 баллов – критически важный фактор успеха (барьер) цифровизации.

На основе полученных средних значений и рассчитанных значимостей факторов успеха и барьеров цифровизации, сделаны *выводы*:

1. Анализ результатов оценки показывает, что все рассмотренные факторы успеха и барьеры цифровизации попадают в категории «очень важных» (6,0–7,99 баллов) или «критически важных» (8–10 баллов) согласно разработанной шкале оценки. Это свидетельствует о комплексности и многогранности процесса цифровизации, где каждый аспект играет существенную роль.

2. Ключевыми факторами успеха выявлены:

- поддержка и вовлеченность высшего руководства (8,52 балла);
- надежность и безопасность данных (8,18 балла);
- четкая стратегия цифровизации, согласованная с бизнес-целями (8,04 балла).

Эти факторы относятся к категории критически важных, что подчеркивает первостепенное значение стратегического подхода, лидерства и обеспечения безопасности в процессе цифровой трансформации.

3. Основными барьерами цифровизации выявлены:

- сопротивление изменениям (8,58 балла);
- отсутствие ясного видения и стратегии цифровизации (7,88 балла);
- проблемы с качеством и безопасностью данных (7,88 балла).

Эти результаты указывают на критическую важность управления изменениями, стратегического планирования и обеспечения качества данных в процессе цифровизации.

4. Отдельные факторы успеха и барьеры, являясь зеркальным отражением друг друга (например, «Четкая стратегия цифровизации» и «Отсутствие ясного видения и стратегии»), получили высокие оценки значимости, что подчеркивает важность стратегического подхода к цифровизации.

5. Факторы успеха «Развитие цифровых компетенций» (6,58 балла), «Вовлеченность сотрудников» (6,64 балла) и барьер «Сопротивление изменениям» (8,58 баллов), получив высокие оценки, указывают на ключевую роль человеческого фактора в успехе цифровой трансформации.

6. Качественная ИТ-инфраструктура (7,92 балла) и интеграция систем (7,14 балла), являясь очень важными факторами успеха, доказывают значимость технологической основы для успешной цифровизации.

7. Факторы «Гибкая и инновационная организационная культура» (7,76 балла), «Эффективные процессы управления изменениями» (7,40 балла) свидетельствуют о важности создания соответствующей организационной среды для успешной цифровизации.

8. Наблюдается следующая тенденция в различиях по оценкам критериев – оценки по критерию «Влияние на эффективность бизнес-процессов» в большинстве случаев выше, чем по критериям «Скорость воздействия» и «Масштаб воздействия на организацию», что подтверждает приоритет влияния на эффективность бизнес-процессов при оценке факторов и барьеров цифровизации.

9. Широкий спектр факторов и барьеров, получивших высокие оценки значимости, подчеркивает комплексность процесса цифровизации и указывает на необходимость системного подхода к цифровой трансформации, учитывающего множество взаимосвязанных аспектов.

Визуализация полученных результатов оценки значимости факторов успеха и барьеров цифровизации представлена в виде тепловых диаграмм на рисунке 3.1–3.2.

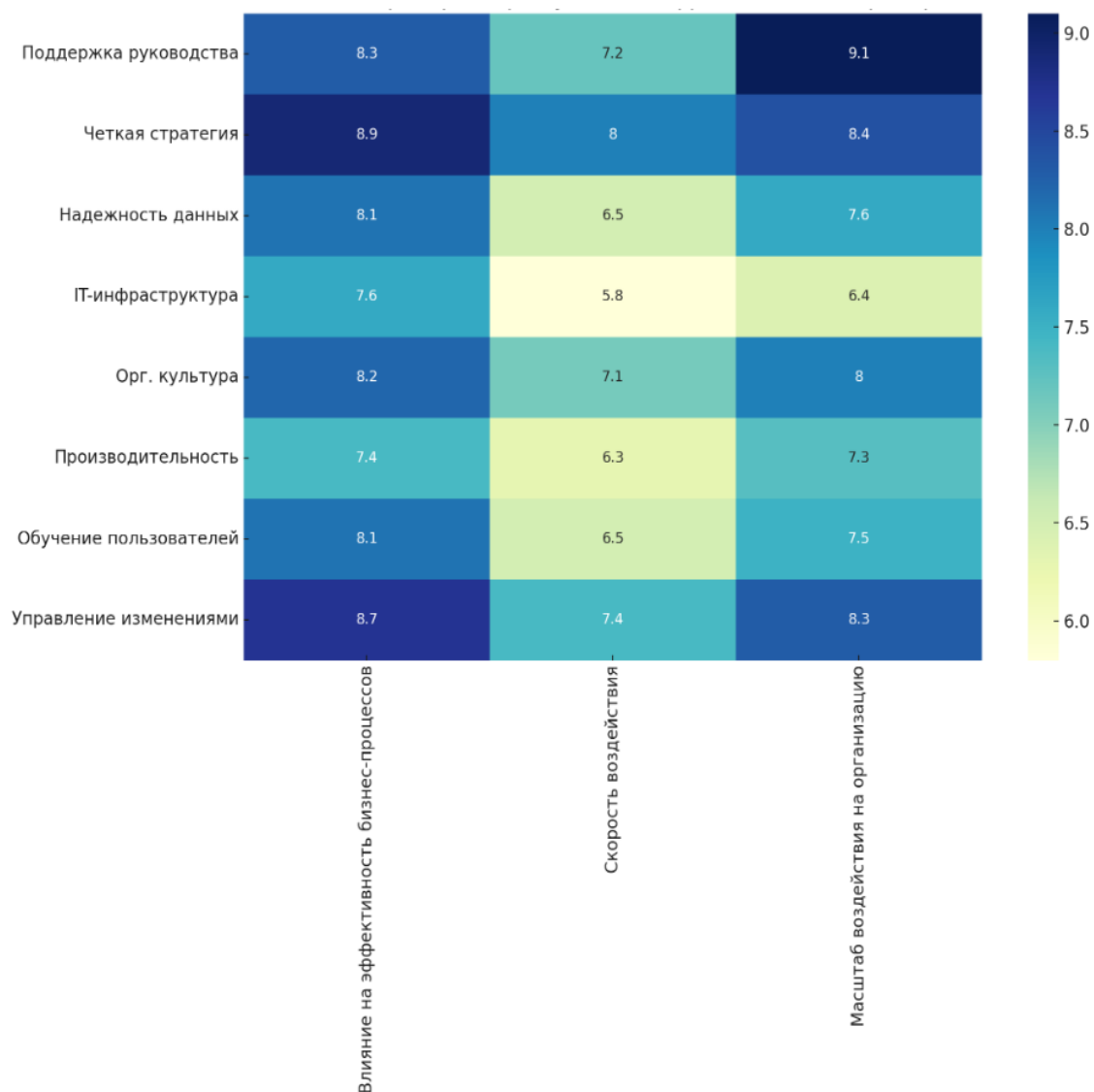


Рисунок 3.1 – Тепловая карта оценки значимости ключевых факторов успеха цифровизации организации

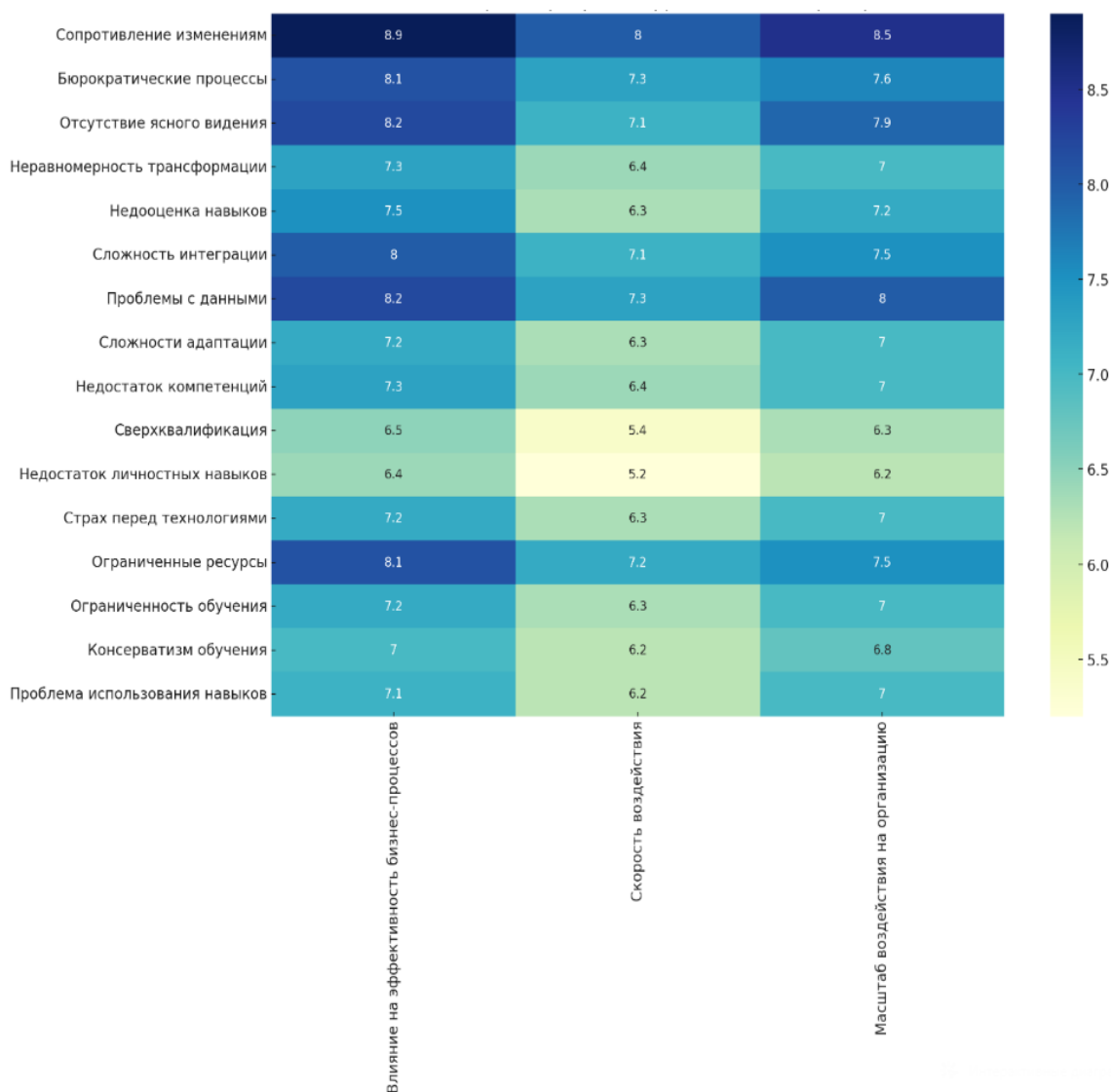


Рисунок 3.2 – Тепловая карта оценки значимости ключевых барьеров цифровизации организации

Темные области тепловой карты указывают на высокие значения по соответствующим критериям, что означает, что эти факторы успеха и барьеры имеют значительное влияние на процесс цифровизации.

Светлые области указывают на более низкие значения, что означает меньшую значимость факторов успеха и барьеров в этих областях.

На основе проведенного анализа и интерпретации результатов оценки факторов успеха и барьеров цифровизации, можно сформулировать следующие рекомендации по приоритизации усилий в проектах цифровизации:

1) учитывая наивысшую оценку фактора «Поддержка и вовлеченность высшего руководства» (8,52 балла), первоочередной задачей при цифровизации организации должно стать обеспечение активного участия и поддержки со стороны топ-менеджмента. При этом рекомендуется:

- проводить регулярные брифинги для руководства о ходе и результатах цифровизации;
- включать вопросы цифровой трансформации в повестку стратегических совещаний;

– назначить ответственного за цифровизацию на уровне высшего руководства организации;

2) высокая оценка фактора «Четкая стратегия цифровизации, согласованная с бизнес-целями» (8,04 балла) указывает на необходимость:

– разработать детальную стратегию цифровой трансформации, согласованную с общей бизнес-стратегией;

– установить четкие, измеримые цели и ключевые показатели эффективности для проектов цифровизации;

– регулярно пересматривать и корректировать стратегию с учетом изменений рынка и технологий;

3) высокая значимость фактора «Надежность и безопасность данных» (8,18 балла) требует:

– внедрить современные системы защиты данных и информационной безопасности;

– проводить регулярные аудиты безопасности и тестирования;

– обучать сотрудников основам кибербезопасности и защиты данных;

4) учитывая высокую оценку барьера «Сопrotивление изменениям» (8,58 балла), необходимо:

– разработать комплексную программу управления изменениями;

– проводить регулярные коммуникационные кампании, объясняющие цели и преимущества цифровизации;

– вовлекать сотрудников в процесс цифровой трансформации через программы инноваций и обратной связи;

5) высокая оценка фактора «Качественная IT-инфраструктура» (7,92 балла) указывает на необходимость:

– провести аудит существующей IT-инфраструктуры и разработать план ее модернизации;

– инвестировать в современные технологические решения, обеспечивающие масштабируемость и гибкость;

– обеспечить интеграцию новых цифровых решений с существующими системами;

б) учитывая значимость фактора «Развитие цифровых компетенций у сотрудников» (6,58 балла), рекомендуется:

– провести оценку цифровых навыков сотрудников и выявить пробелы в компетенциях;

– разработать и внедрить программы обучения цифровым навыкам для различных категорий сотрудников;

– создать систему непрерывного обучения и развития цифровых компетенций.

7) высокая оценка фактора «Гибкая и инновационная организационная культура» (7,76 балла) требует:

– внедрить программы поощрения инновационных идей и инициатив сотрудников;

– создать кросс-функциональные команды для работы над проектами цифровизации;

– развивать культуру экспериментирования и быстрого прототипирования;

8) учитывая высокую оценку барьера «Проблемы с качеством и безопасностью данных» (7,88 балла), необходимо:

– внедрить системы управления качеством данных;

– разработать и внедрить политику и процедуры обеспечения качества данных;

– проводить регулярные аудиты качества данных и их очистку;

9) высокая оценка фактора «Повышение производительности на рабочем месте» (7,74 балла) указывает на необходимость:

– провести анализ и оптимизацию бизнес-процессов перед их цифровизацией;

– внедрить инструменты автоматизации рутинных задач;

– разработать и внедрить системы мониторинга эффективности бизнес-процессов;

10) учитывая динамичность цифровой среды, рекомендуется:

– внедрить гибкие методологии управления (Agile);

– создать механизмы быстрого реагирования на изменения рынка и технологий;

– регулярно пересматривать и корректировать приоритеты проектов цифровизации.

Реализация этих рекомендаций позволит организациям эффективно приоритизировать свои усилия в проектах цифровизации, максимизируя шансы на успех и минимизируя потенциальные риски и барьеры. Важно отметить, что эти рекомендации должны быть адаптированы к конкретному контексту и специфике каждой организации.

### **Выводы по главе 3**

На основе комплексного исследования, включающего анализ научной литературы, интервью с экспертами и опрос сотрудников организаций, выявлены и систематизированы ключевые факторы успеха и барьеры цифровизации организации. Факторы успеха сгруппированы

в пять категорий: стратегические, технологические, компетентностные, организационно-культурные и факторы эффективности. Барьеры классифицированы на организационные, технологические, компетентностные, ресурсные и методологические.

Разработана методика оценки значимости ключевых факторов успеха и барьеров цифровизации, основанная на трех критериях: влияние на эффективность бизнес-процессов, скорость воздействия и масштаб воздействия на организацию. Для каждого критерия установлена десятибалльная шкала оценки с тремя уровнями влияния. Весовые коэффициенты критериев определены методом анализа иерархий.

Проведенный контент-анализ выявил взаимосвязи между факторами успеха и барьерами цифровизации. Построена матрица корреляций, демонстрирующая характер и силу этих взаимосвязей, что позволяет лучше понимать комплексный характер процессов цифровой трансформации организации.

В результате применения разработанной методики оценки значимости ключевых факторов успеха и барьеров цифровизации определены критически важные факторы успеха цифровизации, среди которых наивысшие оценки получили: поддержка и вовлеченность высшего руководства (8,52 балла), надежность и безопасность данных (8,18 балла), четкая стратегия цифровизации (8,04 балла).

Выявлены наиболее значимые барьеры цифровизации: сопротивление изменениям (8,58 балла), отсутствие ясного видения и стратегии цифровизации (7,88 балла), проблемы с качеством и безопасностью данных (7,88 балла). Это указывает на первостепенную важность управления изменениями и стратегического планирования в процессе цифровой трансформации.

Разработаны практические рекомендации по приоритизации усилий в проектах цифровизации, учитывающие выявленные факторы успеха и барьеры. Рекомендации охватывают различные аспекты цифровой трансформации: от обеспечения поддержки руководства и разработки стратегии до развития цифровых компетенций и формирования инновационной организационной культуры.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В монографии представлены результаты комплексного исследования методического обеспечения управления человеческими ресурсами организации в современных условиях цифровой трансформации. Основные научные результаты заключаются в следующем:

1) разработана методика подбора и найма персонала с помощью программных продуктов на базе искусственного интеллекта, интегрирующая три ключевых компонента современного HR-менеджмента: адаптивность к VUCA-среде, управление на основе данных и технологические решения. Методика включает автоматизированную систему публикации вакансий, первичного отбора кандидатов, проведения предварительных интервью с помощью чат-бота и формирования аналитических отчетов. Для оценки эффективности методики разработана математическая модель, учитывающая время найма, стоимость найма, качество найма и уровень удержания сотрудников;

2) проведен анализ сезонности рынка труда Республики Беларусь в разрезе регионов и уровней образования с использованием метода главных компонент (РСА). Выявлены три основных кластера сезонности: сильная (г. Минск), умеренная (Минская область и Гомельский регион) и слабая (остальные регионы). Установлена высокая корреляция между регионами (0,76–0,99) и уровнями образования (0,96–0,99), что указывает на общие тенденции развития рынка труда в стране;

3) разработан прототип программного продукта «HR Analytics» для автоматизированного социального скоринга кандидатов на основе анализа их цифрового следа в социальных сетях. Система включает модули поиска, сбора и агрегации данных, анализа профиля кандидата с помощью нейронных сетей, профайлинга и формирования отчетов. Это позволяет получать комплексную оценку личностных, профессиональных и управленческих компетенций кандидатов с минимальными временными затратами;

4) предложена методика цифрового выбора программ обучения и повышения квалификации человеческих ресурсов организации, основанная на компетентностном подходе и реализуемая с помощью технологий Big Data и искусственного интеллекта. Методика включает анализ ключевых компетенций сотрудников, выявление несоответствий между имеющимися и требуемыми компетенциями, автоматизированный поиск и отбор образовательных программ;

5) на основе исследования 68 организаций Витебского региона проведена оценка влияния цифровизации на изменения количества и

содержания рабочих мест. Выявлено, что 63,2 % организаций имеют высокий или значительный уровень цифровизации, при этом наблюдается существенная разница между государственным (47,83 %) и частным (95,45 %) секторами. Построена прогнозная модель развития цифровизации организаций региона до 2073 года;

б) разработана комплексная методика оценки уровня цифровизации управления человеческими ресурсами в организации, основанная на математическом моделировании с использованием Марковских процессов. Методика позволяет количественно оценить текущий уровень цифровизации управления человеческими ресурсами и спрогнозировать его динамику с учетом влияния технических, экономических, социальных, правовых и психологических факторов;

7) выявлены и систематизированы ключевые факторы успеха и барьеры цифровизации организации. Разработана методика оценки их значимости, основанная на трех критериях: влияние на эффективность бизнес-процессов, скорость воздействия и масштаб воздействия на организацию. Определены критически важные факторы успеха: поддержка высшего руководства (8,52 балла), надежность и безопасность данных (8,18 балла), четкая стратегия цифровизации (8,04 балла), и основные барьеры: сопротивление изменениям (8,58 балла), отсутствие стратегии (7,88 балла), проблемы с данными (7,88 балла).

**Практическая значимость** полученных результатов заключается в следующем:

1) разработанные методики и программные решения формируют целостную систему цифрового рекрутинга, повышающую эффективность процессов подбора персонала в современных условиях. Их внедрение позволяет сократить время и затраты на поиск кандидатов, повысить качество найма и уровень удержания сотрудников;

2) результаты анализа сезонности рынка труда могут быть использованы организациями для оптимизации процессов найма персонала и планирования кадровой политики с учетом региональной специфики и уровня требуемого образования;

3) методика цифрового выбора программ обучения позволяет организациям эффективно развивать компетенции сотрудников в соответствии с требованиями цифровой экономики. Автоматизированный поиск и отбор образовательных программ существенно сокращает временные затраты на формирование планов обучения;

4) прогнозная модель развития цифровизации организаций Витебского региона может служить основой для разработки региональных программ поддержки цифровой трансформации и планирования инвестиций в развитие цифровых компетенций;

5) методика оценки уровня цифровизации управления человеческими ресурсами позволяет организациям определять текущее состояние цифровой трансформации HR-функции и разрабатывать обоснованные планы ее развития;

6) рекомендации по учету факторов успеха и преодолению барьеров цифровизации могут быть использованы организациями для повышения эффективности проектов цифровой трансформации.

**Перспективы дальнейших исследований** включают:

- расширение функциональности разработанных программных решений;
- адаптацию методик под отраслевую специфику организаций;
- углубленное изучение влияния цифровизации на производительность труда;
- исследование долгосрочных эффектов цифровой трансформации;
- разработку инструментов оценки эффективности инвестиций в цифровизацию HR.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ковалев, М. М. Цифровая экономика – шанс для Беларуси : монография / М. М. Ковалев, Г. Г. Головенчик. – Минск : Изд. центр БГУ, 2018. – 327 с.
2. Современные особенности функционирования рынка труда в Беларуси : монография / Н. В. Маковская. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2020. – 264 с.
3. Маковская, Н. В. Производительность трудовой сферы в Беларуси : мониторинг и оценки : монография / Н. В. Маковская. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2024. – 248 с.
4. Нехорошева, Л. Н. Цифровая трансформация экономики: новая технологическая парадигма и перспективные направления развития экономических систем различного уровня / Л. Н. Нехорошева // Белорусский экономический журнал. – 2022. – № 1. – С. 97–115.
5. Богдан, Н. И. Инновации и человеческие ресурсы для развития цифровой экономики / Н. И. Богдан // Белорусский экономический журнал. – 2018. – № 3. – С. 110–123.
6. Быков, А. А. Экономический рост и развитие : учеб. пособие / А. А. Быков. – Минск : Вышэйшая школа, 2021. – 305 с.
7. Елсуфьева, К. Д., Макекадырова, А. С. Бережливое управление персоналом в условиях изменчивой VUCA среды // Лидерство и менеджмент. – 2022. – Том 9. – № 1. – С. 233–244.
8. Щепеткина, И. В., Помыткина, Л. Ю. Адаптация стратегического менеджмента к реалиям мира VUCA // Лидерство и менеджмент. – 2022. – Том 9. – № 2. – С. 481–492.
9. Целютина, Т. В. Управление развитием LEAN-персонала в условиях изменчивой VUCA среды образовательной организации // Научный результат. Экономические исследования. – 2019. – №1. – С. 84–93.
10. Ванкевич, Е. В. Технологии искусственного интеллекта в управлении человеческими ресурсами / Е. В. Ванкевич, И. Н. Калиновская // Белорусский экономический журнал. – 2020. – № 2(91). – С. 38–51.
11. Калиновская, И. Н. Цифровой рекрутинг с использованием интеллектуальных диалоговых систем, построенных на принципах машинного обучения / И. Н. Калиновская // Цифровая трансформация. – 2021. – № 1 (19). – С. 24–34.
12. Хайду, Н. HR-метрики : как управлять персоналом на основе данных. – 2024. – URL: <https://www.bitrix24.ru/journal/hr-metriki/>. – Дата доступа: 12.12.2024.

13. Блог компании OTUS. 17 метрик, позволяющих оценить эффективность процесса найма. – 2024. – URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/841350/>. – Дата доступа: 10.12.2024.

14. Команда HURMA. HR-метрики: зачем нужны и что измеряют + 28 примеров. – 2020. – URL: <https://hurma.work/ru/blog/hr-metriki-zachem-nuzhny-i-cto-izmeryayut-28-primerov/>. – Дата доступа: 13.12.2024.

15. Калиновская, И. Н. Теоретические аспекты подбора кадров с применением технологий искусственного интеллекта / И. Н. Калиновская // Право. Экономика. Психология. – 2021. – № 1(21) – С. 48–64.

16. Концевая, Н. В. О выборе модели для учета сезонности на рынке труда // Хроноэкономика. – 2018. – №2 (10). – С. 52–59.

17. Сезонность рынка труда: когда лучше всего искать новую работу? – 2024. – URL: <https://ndcore.ru/media/stati/sezonnost-rynka-truda-kogda-luchshe-vsego-iskat-novuyu-rabotu/>. – Дата доступа: 27.11.2024.

18. Ханин, А. Фактор сезонности: когда лучше искать вакансии. – 2023. – URL: <https://careerist.ru/news/faktor-sezonnosti-kogda-luchshe-iskat-vakansii.html>. – Дата доступа: 07.11.2024.

19. Развитие управления человеческими ресурсами организации в условиях цифровизации экономики: методология, теория, практика : монография / И. Н. Калиновская. – Витебск : УО «ВГТУ», 2024. – 246 с.

20. Ванкевич, Е. и Калиновская И. Big Data в интересах рынка труда / Е. Ванкевич, И. Калиновская // Веснік сувязі. Минск. – 2024. – № 2. – С. 41–43.

21. Калиновская, И. Н. Современные методы сбора и обработки информации о рынке труда и направления их использования в практике управления человеческими ресурсами / И. Н. Калиновская // Вестник УО «ВГТУ» – Витебск : УО «ВГТУ». – 2024. – №2 (48). – С. 82–101.

22. Калиновская, И. Н. и Зайцева, О. В. Рынок труда: цифровые инструменты получения статистической информации и анализ сезонных изменений / И. Н. Калиновская, О. В. Зайцева // Экономико-правовые перспективы развития общества, государства и потребительской кооперации : сборник научных статей III межд. Научно-практич. интернет-конференции, Гомель, 31 марта 2021 г. / редкол. : С. Н. Лебедева [и др.] ; под науч. ред. канд. юрид. наук, доцента Т. П. Афонченко, канд. экон. наук, доцента Т. С. Алексеенко. – Гомель : учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации». – 2021. – С. 139–142.

23. Ванкевич, Е. В. Методические аспекты анализа сезонных изменений рынка труда, базирующиеся на технологиях искусственного интеллекта / Е. В. Ванкевич, И. Н. Калиновская, О. В. Зайцева //

Экономический вестник университета: сборник научных трудов ученых и аспирантов / ГВУЗ «Переяслав-Хмельницкий государственный педагогический университет имени Григория Сковороды». – Переяслав : ПХДПУ. – 2021. – № 49. – С. 7–15.

24. Калиновская, И. Н. Прогнозирование товарных рынков : конспект лекций. – Витебск : УО «ВГТУ», 2018. – 82 с.

25. Kern, P., Rizoic, M.–A., McCarthy, P. X. (2019), Robot career advisor: AI may soon be able to analyse your tweets to match you to a job, The Conversation Trust. December 17, 2019, URL: <https://theconversation.com/robot-careeradvisor-ai-may-soon-be-able-to-analyse-yourtweets-to-match-you-to-a-job-128777>. – Дата доступа: 25.10.2024.

26. Cristani, M., Vinciarelli, A., Segalin, C., Perina, A. (2013), Unveiling the multimedia unconscious: Implicit cognitive processes and multimedia content analysis, Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia, 2013, pp. 213–222.

27. Liu, L., Preotiuc–Pietro, D., Samani, Z. R., Moghaddam, M. E., Ungar, L. (2016), Analyzing personality through social media profile picture choice, Proceedings of the Tenth International AAAI Conference on Web and Social Media (ICWSM 2016), 2016, pp. 211–220.

28. Chandra, S., Lin, W., Carpenter, J., Keong, W., Lyle, H., Preotiuc–Pietro, D. (2017) Studying personality through the content of posted and liked images on Twitter, Conference: ACM Web Science, 17, June 25–28, 2017, Troy, NY, USA, DOI: 10.1145/3091478.3091522, URL: <https://www.sas.upenn.edu/~danielpr/files/persimages17websci.pdf>. – Дата доступа: 01.10.2024.

29. Латышев, А. В. Методы оценки личностных факторов по визуальной информации, публикуемой в социальных сетях (обзор) / А. В. Латышев // Мир науки. Педагогика и психология. 2019, № 1. – Режим доступа: <https://mir-nauki.com/PDF/27PSMN119.pdf>. – Дата доступа 03.02.2024.

30. Филатов, А. В. Профайлинг. Как разбираться в людях и прогнозировать их поведение. – Москва : Интеллектуальная издательская системе Ridero, 2017 – 413 с.

31. Галантэ, М. В. Корреляционные исследования взаимосвязи характеристик личности в рамках акмеологической оценки специалиста / М. В. Галантэ // Акмеология. – 2008. – № 4. – С. 60–66.

32. Анализ социальных сетей: методы и приложения / А. Коршунов [и др.] // Труды Института системного программирования РАН (Труды ИСП РАН). – 2014. – № 1. – С. 439–456.

33. Щебетенко, С. А. «Большая пятерка» черт личности и активность пользователей в социальной сети «Вконтакте» / С. А. Щебетенко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Психология. – 2013. – Том 6. – № 4. – С. 439–456.

34. Калиновская, И. Н. Социальные данные как инструмент специалиста по управлению человеческими ресурсами организации / И. Н. Калиновская // Вестник УО «ВГТУ» – Витебск : УО «ВГТУ». – 2020. – № 1(38). – С. 173–187.

35. Симакова, А. А., Кошелева, Ю. В. Формирование модели компетенций и оценка персонала компании на основе компетентностного подхода / А. А. Симакова, Ю. В. Кошелева // Вестник университета. – 2020. – № 7. – С. 17–25.

36. Митрофанова, Е. А., Коновалова, В. Г. Управление персоналом : теория и практика. Компетентностный подход в управлении персоналом / Е. А. Митрофанова, В. Г. Коновалова // Управление персоналом. – 2019. – № 4. – С. 45–56.

37. Чуланова, О. Л. Формирование, развитие и коучинг эмоциональной компетентности в управлении персоналом организации / О. Л. Чуланова // Вестник Евразийской науки. – 2021. – № 2. – С. 59–68.

38. Калиновская, И. Н. Анализ компетенций специалистов кадровых служб организаций Республики Беларусь и тенденции их трансформации/ И. Н. Калиновская // Сборник научных статей международной научно-практической конференции «Стратегия развития экономики Беларуси : вызовы, инструменты реализации и перспективы», 18–19 октября 2022 года, г. Минск : в двух томах. Т. 2 / ред. кол.: Д. В. Муха [и др.]; Национальная академия наук Беларуси; Институт экономики НАН Беларуси. – Минск : Право и экономика. – 2022. – С. 195–202.

39. Калиновская, И. Н. Современные тенденции в сфере управления человеческими ресурсами в условиях цифровизации экономики / И. Н. Калиновская // Минерально-сырьевой комплекс: инженерные и экономические решения : сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Белорусского национального технического университета. – 29 октября 2020 г., г. Минск. Научное электронное издание / Белорусский национальный технический университет. – Минск: БНТУ. – 2020. – С. 209–210.

40. Калиновская, И. Н. Разработка программ развития человеческих ресурсов организации с применением технологий искусственного интеллекта / И. Н. Калиновская // Тенденции экономического развития в XXI веке : материалы III Межд. науч. конф., Минск, 1 марта 2021.; Белорусский государственный университет, Минск : БГУ. – 2021. – С. 654–657.

41. Калиновская, И. Н. Планирование развития человеческих ресурсов организации с применением технологий искусственного интеллекта / И. Н. Калиновская // Управление информационными ресурсами: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф., Минск,

12 марта 2021 г. ; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь ; редкол. : А. С. Лаптёнок. – Минск : Академия управления при Президенте Республики Беларусь. – 2021. – С. 82–83.

42. Калиновская, И. Н. Выбор и оценка эффективности программ обучения персонала организации с применением технологий искусственного интеллекта/ И. Н. Калиновская / Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость: материалы XIV Межд. Научно-практ. конф., Минск, 20 мая 2021 г. ; Белорусский государственный экономический университет – Минск : БГЭУ. – 2021. – С. 154–155.

43. Полевая, М. В., Дзаппала, С. Цифровые технологии в управлении человеческими ресурсами: новые роли HR-специалистов / М. В. Полевая, С. Дзаппала // Управленческие науки. – 2020. – № 3. – С. 108–119.

44. Нагибина, Н. И., Щукина, А. А. HR-Digital: цифровые технологии в управлении человеческими ресурсами / Н. И. Нагибина, А. А. Щукина // Интернет-журнал «Науковедение». – 2021. – № 1. – С. 12–24.

45. Лукьянов, А. В., Смирнова В. Г. Диджитализация HR-процессов в современных организациях / А. В. Лукьянов, В. Г. Смирнова // Вестник университета. – 2020. – № 8. – С. 33–39.

46. Vankevich, A. and Kalinouskaya, I. Better understanding of the labour market using Big Data / Alena Vankevich, Iryna Kalinouskaya // *Ekonomia i prawo. Economics and law* – Vol. 20. – No. 3 (2021) – Pp. 677–692.

47. Калиновская, И. Н. Анализ уровня цифровизации экономики Республики Беларусь и ее регионов / И. Н. Калиновская // Вестник УО «ВГТУ» – Витебск : УО «ВГТУ». – 2023. – № 2(45) – С. 82–94.

48. Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Harvard Business Review Press. Boston, Massachusetts. – 292 p.

49. Solow, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), – pp. 312–320.

50. Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), – pp. 3–30.

51. McKinsey Global Institute. (2019). *The Future of Work in America: People and Places, Today and Tomorrow*. McKinsey & Company, July 2019, – pp. 1–124.

52. Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press, New York. – 576 p.

53. Foster, R. N. (1986). *Innovation: The Attacker's Advantage*. Summit Books, New York. – 316 p.

54. Cover, T. M., & Thomas, J. A. (2006). Elements of Information Theory, 2nd Edition. Wiley–Interscience. – 792 p.
55. Manning, C. D., Raghavan, P., & Schütze, H. (2008). Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press. – 482 p.
56. Mincer, J. (1974). Schooling, Experience, and Earnings. National Bureau of Economic Research. Columbia University Press, New York. – 167 p.
57. Курт, У. Байесовская статистика / У. Курт. – С.-Петербург : Питер, 2021. – 304 с.
58. О способе построения динамически сопоставимых композитных индексов / Д. А. Борзых, К. К. Фурманов, И. К. Чернышёва // Вестник НГУЭУ. – 2016. – № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-sposobe-postroeniya-dinamicheskii-sopostavimyyh-kompozitnyh-indeksov>. – Дата обращения: 17.09.2024.
59. Калиновская, И. Н. Оценка уровня цифровизации управления человеческими ресурсами организации / И. Н. Калиновская // Цифровая трансформация. – 2024. – Т. 30. – № 1. – С. 5–15.
60. Top Digital HR cases by Levels of Digital Maturity 2020 (2020). Digital HR Tech. Retrieved from Digital HR Tech website. January, 2019, URL: [https://www.researchgate.net/publication/339317374\\_Digital\\_Maturity\\_of\\_HR\\_in\\_SMEs](https://www.researchgate.net/publication/339317374_Digital_Maturity_of_HR_in_SMEs). – Дата доступа: 24.11.2024.
61. Stone, D. L., & Deadrick, D. L. (2015). Challenges and opportunities affecting the future of human resource management. Human Resource Management Review. – 25(2), – pp. 139–145.
62. Bondarouk, T., & Brewster, C. (2016). Conceptualising the future of HRM and technology research. The International Journal of Human Resource Management. – 27(21), – pp. 2652–2671.
63. Marler, J. H., & Parry, E. (2016). Human resource management, strategic involvement and e-HRM technology. The International Journal of Human Resource Management. – 27(19), – pp. 2233–2253.
64. Татевосян, С. А. HR-цифровизация: основные направления развития и факторы влияния / С. А. Татевосян // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. – 2023. – №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hr-tsifrovizatsiya-osnovnye-napravleniya-razvitiya-i-factory-vliyaniya>. – Дата доступа: 24.03.2024.
65. Deloitte. (2020). The social enterprise at work: Paradox as a path forward. 2020. Deloitte Global Human Capital Trends. January, 2021, URL: <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-2020-deloitte-global-human-capital-trends.pdf>. – Дата доступа: 20.10.2024.
66. McKinsey & Company. (2020). The future of work after COVID-19. January, 2021, URL: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/the-future-of-work-after-covid-19/> – Дата доступа: 19.09.2024.

67. PwC. (2020). The future of HR: The impact of digital transformation on HR functions. URL: <https://www.pwc.com/m1/en/publications/documents/digital-hr-survey-2020-challenges-opportunities-middle-east-companies.pdf> – Дата доступа: 02.12.2024.

68. Калиновская, И. Н. Анализ тенденций цифровой трансформации управления человеческими ресурсами организаций Витебского региона / И. Н. Калиновская // Вестник УО «ВГТУ» – Витебск : УО «ВГТУ». – 2024. – №1 (47). – С. 122–140.

69. Калиновская, И. Н. Выявление универсальных факторов успеха и барьеров цифровизации HR на основе анализа текстовых данных с помощью больших языковых моделей / И. Н. Калиновская // Социально-трудовые исследования. – 2024. – 55(2). – С.72–84.

70. Калиновская, И. Н. Применение технологий искусственного интеллекта при анализе перспектив цифровизации функций HR специалистов организации / И. Н. Калиновская / Сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции «Современные исследования проблем управления кадровыми ресурсами» (МИРЭА – Российский технологический университет), часть II, 29–31 марта 2022 г./ отв. за вып. д.э.н., проф. Данилина Е. И.; ред. кол. : Суоров Д. Н., Шепелева Л. С., – Москва : изд. «Эдельвейс». – 2022 – С. 152–158.

71. Калиновская, И. Н. Выбор оптимальной модели управления человеческими ресурсами для цифровизации бизнес-процессов организации / И. Н. Калиновская // Материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. «Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость», г. Минск, 16 мая 2024 г. / ред. кол.: А. В. Егоров (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Колорград. – 2024. – С. 172–173.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Форма аналитического отчета по результатам найма кандидата на должность организации

#### I. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ по результатам предварительного интервью кандидата

##### 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

###### 1.1 Информация о кандидате

- ФИО:
- Возраст:
- Контактные данные:
- Желаемая позиция:
- Ожидания по заработной плате:

###### 1.2 Базовые квалификационные данные

- Образование:
- Общий стаж работы:
- Профильный опыт:
- Ключевые достижения:

###### 1.3 Общий индекс соответствия

- Процент соответствия требованиям: \_\_\_\_ %
- Рейтинг среди кандидатов: \_\_\_\_ из \_\_\_\_

##### 2. АНАЛИЗ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

###### 2.1 Оценка ключевых компетенций

Компетенция	Оценка	Требуемый уровень	Комментарий
Профессиональные навыки			
Технические знания			
Опыт решения задач			
Отраслевая экспертиза			
Владение инструментами			

###### 2.2 Подтверждающие примеры

- Пример 1:
- Пример 2:
- Пример 3:

### 3. ОЦЕНКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА

#### 3.1 Когнитивные способности

Параметр	Оценка	Интерпретация
Логическое мышление		
Аналитические способности		
Скорость обработки информации		
Гибкость мышления		
Обучаемость		

#### 3.2 Дополнительные наблюдения

- Сильные стороны:
- Области развития:

### 4. ПСИХО-ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ПРОФИЛИРОВАНИЕ

#### 4.1 Личностные характеристики

- Коммуникативный стиль:
- Стрессоустойчивость:
- Тип мотивации:
- Ведущие поведенческие паттерны:

#### 4.2 Прогноз адаптации

- Командное взаимодействие:
- Корпоративная культура:
- Стиль управления:

### 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

#### 5.1 Соответствие требованиям позиции

Критерий	Требуемый уровень	Уровень кандидата	Отклонение

#### 5.2 Сравнение со средними показателями по отрасли

- Квалификация:
- Опыт:
- Компетенции:

## **6. ОЦЕНКА РИСКОВ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ**

### *6.1 Факторы риска*

- Критические:
- Существенные:
- Незначительные:

### *6.2 Потенциал развития*

- Краткосрочная перспектива:
- Среднесрочная перспектива:
- Долгосрочная перспектива:

## **7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

### *7.1 Общие выводы*

- Сильные стороны кандидата:
- Области развития:
- Соответствие корпоративной культуре:

### *7.2 Рекомендации по дальнейшим действиям*

- Следующий этап отбора:
- Дополнительные проверки:
- Специальные условия:

### *7.3 Предложения по компенсационному пакету*

- Рекомендуемый уровень заработной платы:
- Дополнительные условия:
- Особые примечания:

## **8. СЛУЖЕБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

- Дата проведения интервью:
- Идентификатор отчета:
- Версия системы оценки:
- Примечания HR-специалиста:

## II. СОЦИАЛЬНЫЙ СКОРИНГ

### 1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

#### 1.1 Профессиональное развитие

Критерий	Показатели оценки	Вес
Участие в профессиональных сообществах	Количество и качество профильных групп	0,8
Публикации по специальности	Частота и релевантность контента	0,9
Обсуждение профессиональных тем	Глубина экспертизы в комментариях	0,7
Профессиональные достижения	Упоминания о наградах, сертификатах	0,6

#### 1.2 Профессиональные связи

Критерий	Показатели оценки	Вес
Деловые контакты	Количество профессиональных контактов	0,7
Рекомендации	Отзывы коллег и руководителей	0,9
Взаимодействие с экспертами отрасли	Качество профессиональных дискуссий	0,8

## 2. КОММУНИКАТИВНЫЕ НАВЫКИ

#### 2.1 Стиль коммуникации

Критерий	Показатели оценки	Вес
Грамотность	Качество письменной речи	0,8
Конструктивность	Характер ведения дискуссий	0,9
Эмоциональный интеллект	Способ реагирования на конфликты	0,7

#### 2.2 Социальная активность

Критерий	Показатели оценки	Вес
Регулярность коммуникаций	Частота активности в сетях	0,6
Вовлеченность	Качество обратной связи	0,7
Инициативность	Создание собственного контента	0,8

## 3. ЛИЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

#### 3.1 Ценностные ориентиры

Критерий	Показатели оценки	Вес
Социальная ответственность	Участие в социальных проектах	0,7
Этичность поведения	Характер публикаций и комментариев	0,9
Культурный уровень	Разносторонность интересов	0,6

### 3.2 Личностное развитие

Критерий	Показатели оценки	Вес
Саморазвитие	Интерес к обучению и новым знаниям	0,8
Кругозор	Разнообразие интересов	0,7
Креативность	Оригинальность контента	0,6

## 4. ФАКТОРЫ РИСКА

### 4.1 Репутационные риски

Критерий	Показатели оценки	Вес
Негативные упоминания	Наличие компрометирующей информации	0,9
Конфликтное поведение	Характер участия в дискуссиях	0,8
Публичные высказывания	Соответствие корпоративной этике	0,9

### 4.2 Профессиональные риски

Критерий	Показатели оценки	Вес
Стабильность карьеры	Частота смены мест работы	0,7
Профессиональная этика	Комментарии о работодателях	0,8
Конфиденциальность	Разглашение рабочей информации	0,9

## 5. КОРПОРАТИВНОЕ СООТВЕТСТВИЕ

### 5.1 Соответствие корпоративной культуре

Критерий	Показатели оценки	Вес
Ценностное соответствие	Соответствие корпоративным ценностям	0,9
Стиль взаимодействия	Соответствие принятым нормам	0,8
Потенциал интеграции	Адаптивность к корпоративной среде	0,7

### 5.2 Лояльность

Критерий	Показатели оценки	Вес
Отношение к работодателям	Характер отзывов о компаниях	0,8
Стабильность	Приверженность организации	0,7
Мотивация	Проявление интереса к компании	0,9

## 6. ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА

### 6.1 Формула расчета

$$\text{Итоговый скоринговый балл} = \frac{\sum \text{Оценка критерия} \times \text{Вес критерия}}{\sum \text{весов}}$$

### 6.2 Интерпретация результатов

- 0.9–1.0 – отлично,
- 0.8–0.89 – хорошо,
- 0.7–0.79 – удовлетворительно,
- <0.7 – требует дополнительного анализа.

*Отчет сгенерирован автоматически системой HR-портала  
Требует верификации HR-специалистом*

## **III. ИТОГОВЫЙ ОТЧЕТ**

### **по результатам оценки кандидата на должность**

#### **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

##### *1.1 Информация о вакансии*

- Наименование должности:
- Подразделение:
- Дата открытия вакансии:
- Приоритетность закрытия:
- Статус процесса подбора:

##### *1.2 Информация о кандидате*

- ФИО:
- Текущая должность:
- Компания:
- Ожидания по заработной плате:
- Возможная дата выхода:

#### **2. РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЭТАПНОЙ ОЦЕНКИ**

##### *2.1 Анализ резюме и документов*

- Соответствие формальным требованиям: \_\_\_%
- Релевантный опыт: \_\_\_ лет
- Ключевые достижения:
- Дополнительные квалификации:

##### *2.2 Результаты предварительного интервью*

- Общий балл: \_\_\_/100
- Профессиональные компетенции: \_\_\_/100
- Личностные качества: \_\_\_/100
- Мотивация: \_\_\_/100
- Ключевые наблюдения:

##### *2.3 Социальный скоринг*

- Общий рейтинг: \_\_\_/100
- Профессиональная активность: \_\_\_/100
- Репутационные факторы: \_\_\_/100
- Значимые находки:

##### *2.4 Итоговое собеседование*

- Интегральная оценка: \_\_\_/100
- Оценки интервьюеров:  
HR-специалист: \_\_\_/100

Руководитель подразделения: \_\_\_/100

Технический специалист: \_\_\_/100

- Ключевые комментарии:

### **3. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КОМПЕТЕНЦИЙ**

*3.1 Профессиональные компетенции*

*3.2 Личностные характеристики*

*3.3 Потенциал развития*

- Карьерные перспективы:

- Области развития:

- Рекомендации по развитию:

### **4. АНАЛИЗ РИСКОВ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ**

*4.1 Факторы риска*

*4.2 Потенциальные возможности*

- Краткосрочные:

- Среднесрочные:

- Долгосрочные:

### **5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

*5.1 Позиция в рейтинге кандидатов*

- Общий рейтинг: \_\_\_ из \_\_\_

- Сравнение по ключевым параметрам:

Профессиональные компетенции: \_\_\_ место

Опыт работы: \_\_\_ место

Личностные качества: \_\_\_ место

Потенциал развития: \_\_\_ место

*5.2 Конкурентные преимущества*

- Сильные стороны:

- Уникальные компетенции:

- Дополнительные возможности:

### **6. ФИНАНСОВЫЕ АСПЕКТЫ**

*6.1 Анализ зарплатных ожиданий*

- Текущий уровень дохода:

- Ожидания кандидата:

- Рыночный диапазон:
- Рекомендуемое предложение:
- 6.2 Дополнительные условия*
- Компенсационный пакет:
- Особые условия:
- Необходимые согласования:

## **7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

### *7.1 Итоговое заключение*

- Общий вывод:
- Степень соответствия требованиям:
- Прогноз успешности:

### *7.2 Рекомендации*

- По найму:
- По адаптации:
- По развитию:

### *7.3 План действий*

- Следующие шаги:
- Сроки:
- Ответственные:

## **8. ИНФОРМАЦИЯ О ПРОЦЕССЕ ОЦЕНКИ**

### *8.1 Участники оценки*

- Интервьюеры:
- Должности:
- Даты оценки:

### *8.2 Используемые методы оценки*

- Инструменты оценки:
- Форматы интервью:
- Дополнительные методы:

*Отчет сформирован системой HR-портала*

*Дата формирования:*

*Подпись ответственного HR-специалиста:*

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Количественные метрики оценки эффективности процесса подбора и найма персонала организации

#### 1 Формирование и размещение вакансий

##### 1.1 Время на создание и размещение вакансии ( $T_c$ ):

$$T_c = \frac{\sum_{i=1}^n T_{c,i}}{n},$$

где  $T_{c,i}$  – время на создание и размещение  $i$ -й вакансии;  $n$  – общее количество вакансий.

##### 1.2 Конверсия откликов ( $T_{откл}$ ):

$$T_{откл} = \frac{N_{откл}}{N_{просм}} \times 100 \%,$$

где  $N_{откл}$  – количество откликов на вакансию;  $N_{просм}$  – количество просмотров вакансии.

##### 1.3 Релевантность откликов ( $R_p$ ):

$$R_p = \frac{N_{рел}}{N_{откл}} \times 100 \%,$$

где  $N_{рел}$  – количество откликов, соответствующих основным требованиям вакансии.

##### 1.4 Эффективность каналов привлечения ( $E_k$ ):

$$E_k = \frac{N_{рел, к}}{C_k},$$

где  $N_{рел, к}$  – количество релевантных откликов из данного канала;  $C_k$  – затраты на использование канала.

## 2. Обработка резюме кандидатов

### 2.1 Среднее время обработки одного резюме ( $T_{обр}$ ):

$$T_{обр} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{обр, i}}{m},$$

где  $T_{обр, i}$  – время на обработку  $i$ -го резюме;  $m$  – общее количество обработанных резюме.

### 2.2 Процент автоматизации ( $P_{авт}$ ):

$$P_{авт} = \frac{N_{авт}}{N_{общ}} \times 100 \%,$$

где  $N_{авт}$  – количество резюме, обработанных автоматически;  $N_{общ}$  – общее количество обработанных резюме.

### 2.3 Точность классификации ( $T_{кл}$ ):

$$T_{кл} = \frac{N_{пр}}{N_{общ}} \times 100 \%,$$

где  $N_{пр}$  – количество резюме, правильно классифицированных по уровню соответствия.

### 2.4 Качество структурирования данных ( $K_{стр}$ ):

$$K_{стр} = \frac{N_{кор}}{N_{общ}} \times 100 \%,$$

где  $N_{кор}$  – количество резюме с корректно извлеченными и классифицированными ключевыми данными.

## 3. Первичный отбор кандидатов

### 3.1 Процент кандидатов, прошедших первичный отбор ( $P_{пр}$ ):

$$P_{пр} = \frac{N_{пр}}{N_{рас}} \times 100 \%,$$

где  $N_{пр}$  – количество кандидатов, прошедших первичный отбор;  $N_{рас}$  – общее количество рассмотренных кандидатов.

### 3.2 Время на первичный отбор ( $T_{\text{первич}}$ ):

$$T_{\text{первич}} = \frac{\sum_{i=1}^k T_{\text{первич}, i}}{k},$$

где  $T_{\text{первич}, i}$  – время на первичный отбор  $i$ -го кандидата;  $k$  – общее количество кандидатов, прошедших первичный отбор.

### 3.3 Коэффициент точности предварительных рекомендаций ( $K_{\text{точн}}$ ):

$$K_{\text{точн}} = \frac{N_{\text{успешн}}}{N_{\text{рек}}},$$

где  $N_{\text{успешн}}$  – количество кандидатов, успешно прошедших последующие этапы;  $N_{\text{рек}}$  – количество кандидатов, рекомендованных после первичного отбора.

## 4. Автоматизированная коммуникация с кандидатами

### 4.1 Время ответа кандидата ( $T_{\text{отв}}$ ):

$$T_{\text{отв}} = \frac{\sum_{i=1}^l T_{\text{отв}, i}}{l},$$

где  $T_{\text{отв}, i}$  – время ответа  $i$ -го кандидата;  $l$  – общее количество кандидатов, получивших приглашение.

### 4.2 Конверсия на этап интервью ( $K_{\text{инт}}$ ):

$$K_{\text{инт}} = \frac{N_{\text{согл}}}{N_{\text{пригл}}} \times 100 \%,$$

где  $N_{\text{согл}}$  – количество кандидатов, согласившихся на интервью;  $N_{\text{пригл}}$  – количество кандидатов, получивших приглашение.

### 4.3 Эффективность каналов связи ( $E_{\text{св}}$ ):

$$E_{\text{св}} = \frac{N_{\text{ответов, канал}}}{N_{\text{сообщений, канал}}} \times 100 \%,$$

где  $N_{\text{ответов, канал}}$  – количество ответов через конкретный канал связи;  
 $N_{\text{сообщений, канал}}$  – количество отправленных сообщений через этот канал.

## **5. Проведение интервью с чат-ботом**

### **5.1 Средняя длительность интервью ( $T_{\text{инт}}$ ):**

$$T_{\text{инт}} = \frac{\sum_{i=1}^p T_{\text{инт}, i}}{p},$$

где  $T_{\text{инт}, i}$  – длительность интервью с  $i$ -м кандидатом;  $p$  – общее количество проведенных интервью.

### **5.2 Процент успешных интервью ( $P_{\text{успешн}}$ ):**

$$P_{\text{успешн}} = \frac{N_{\text{успешн}}}{N_o} \times 100\%,$$

где  $N_{\text{успешн}}$  – количество кандидатов, успешно прошедших интервью с чат-ботом;  $N_o$  – общее количество кандидатов, прошедших интервью с чат-ботом.

### **5.3 Качество ответов кандидатов ( $K_{\text{отв}}$ ):**

$$K_{\text{отв}} = \frac{\sum_{i=1}^b S_i}{b},$$

где  $S_i$  – оценка качества ответов  $i$ -го кандидата по заданной шкале;  $b$  – общее количество кандидатов.

### **5.4 Удовлетворенность кандидатов ( $U_k$ ):**

$$U_k = \frac{\sum_{i=1}^b F_i}{b},$$

где  $F_i$  – оценка удовлетворенности процессом интервью  $i$ -го кандидата по заданной шкале.

## **6. Комплексный анализ собранной информации**

### **6.1 Точность предсказательной модели ( $T_m$ ):**

$$T_m = \frac{N_{\text{верных предсказаний}}}{n_{\text{общ}}} \times 100 \%,$$

где  $N_{\text{верных предсказаний}}$  – количество случаев, когда модель правильно предсказала исход;  $n_{\text{общ}}$  – общее количество предсказаний.

### **6.2 Время на обработку информации ( $T_{\text{обrab}}$ ):**

$$T_{\text{обrab}} = \frac{\sum_{i=1}^b T_{\text{обrab}, i}}{b},$$

где  $T_{\text{обrab}, i}$  – время на обработку данных по  $i$ -му кандидату.

### **6.3 Количество уникальных характеристик, выявленных системой ( $K_y$ ):**

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^b U_i}{b},$$

где  $U_i$  – количество уникальных характеристик, выявленных у  $i$ -го кандидата.

## **7. Итоговое собеседование с кандидатами**

### **7.1 Средняя длительность итогового собеседования ( $T_{\text{итог}}$ ):**

$$T_{\text{итог}} = \frac{\sum_{i=1}^c T_{\text{итог}, i}}{c},$$

где  $T_{\text{итог}, i}$  – длительность итогового собеседования с  $i$ -м кандидатом;  $c$  – общее количество проведенных итоговых собеседований.

### **7.2 Процент успешных собеседований ( $C_y$ ):**

$$C_y = \frac{b_{\text{успешн}}}{b_{\text{общ}}} \times 100 \%,$$

где  $b_{\text{успешн}}$  – количество кандидатов, успешно прошедших итоговое собеседование;  $b_{\text{общ}}$  – общее количество кандидатов, прошедших итоговое собеседование.

### 7.3 Рейтинг соответствия требованиям ( $R_{\text{соотв}}$ ):

$$R_{\text{соотв}} = \frac{\sum_{i=1}^b E_i}{b},$$

где  $E_i$  – оценка соответствия  $i$ -го кандидата ключевым компетенциям вакансии по заданной шкале.

## 8. Финальный отбор и предложение о работе

### 8.1 Время на принятие решения о найме ( $T_{\text{реш}}$ ):

$$T_{\text{реш}} = \frac{\sum_{i=1}^a T_{\text{реш}, i}}{a},$$

где  $T_{\text{реш}, i}$  – время, затраченное на принятие решения по  $i$ -му кандидату;  $a$  – общее количество кандидатов, по которым принималось решение.

### 8.2 Процент предложений, принятых кандидатами ( $P_{\text{принят}}$ ):

$$P_{\text{принят}} = \frac{N_{\text{пр}}}{N_{\text{сд}}} \times 100 \%,$$

где  $N_{\text{пр}}$  – количество предложений о работе, принятых кандидатами;  $N_{\text{сд}}$  – общее количество сделанных предложений.

### 8.3 Время до выхода кандидата на работу ( $T_{\text{вых}}$ ):

$$T_{\text{вых}} = \frac{\sum_{i=1}^j T_{\text{вых}, i}}{j},$$

где  $T_{\text{вых}, i}$  – время от принятия предложения до фактического выхода на работу  $i$ -го кандидата;  $j$  – общее количество кандидатов, принявших предложение.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Анкета по оценке влияния цифровизации экономики на деятельность субъектов хозяйствования

Уважаемый респондент! Кафедра менеджмента Витебского государственного технологического университета проводит исследование направлений влияния цифровизации экономики на деятельность организаций в Республике Беларусь. Методология исследования разработана на основе методологии CEDEFOP. К участию в опросе приглашаются руководители (или их заместители, либо руководители кадровых служб) организаций любого размера, формы собственности и вида экономической деятельности.

Просим Вас принять участие в данном опросе и высказать свое экспертное мнение. Выберите тот вариант ответа, который отражает Ваше мнение. Если ни один из вариантов Вас не устраивает, выскажите свой ответ в свободной форме.

*Результаты исследования будут использованы только в обобщенном виде. Личные данные указывать не нужно.*

1. Как вы считаете, в какой степени в Вашей организации вся Ваша основная работа или ее часть может быть выполнена с использованием новых цифровых или компьютерных технологий? (выберете один вариант ответа)

- |                          |                        |                          |            |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | в большей степени      | <input type="checkbox"/> | немного    |
| <input type="checkbox"/> | в значительной степени | <input type="checkbox"/> | не знаю    |
| <input type="checkbox"/> | незначительно          | <input type="checkbox"/> | нет ответа |

2. Насколько, по Вашему мнению, новые цифровые или компьютерные технологии в Вашей организации потребуют обновления существующих знаний и навыков? (выберете один вариант ответа)

- |                          |                        |                          |            |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | в большей степени      | <input type="checkbox"/> | немного    |
| <input type="checkbox"/> | в значительной степени | <input type="checkbox"/> | не знаю    |
| <input type="checkbox"/> | незначительно          | <input type="checkbox"/> | нет ответа |

3. В какой степени работникам Вашей организации пришлось осваивать новые цифровые (удаленные) способы работы и обучения? (выберете один вариант ответа)

- |                          |                        |                          |            |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | в большей степени      | <input type="checkbox"/> | немного    |
| <input type="checkbox"/> | в значительной степени | <input type="checkbox"/> | не знаю    |
| <input type="checkbox"/> | незначительно          | <input type="checkbox"/> | нет ответа |

4. Каково влияние новых цифровых технологий на требования к профессиональным навыкам? (выберете один вариант ответа)

- |                          |                        |                          |            |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | в большей степени      | <input type="checkbox"/> | немного    |
| <input type="checkbox"/> | в значительной степени | <input type="checkbox"/> | не знаю    |
| <input type="checkbox"/> | незначительно          | <input type="checkbox"/> | нет ответа |

5. Способствует ли цифровизация экономики изменению рабочих мест в Вашей организации?

- |                          |     |                          |            |
|--------------------------|-----|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | да  | <input type="checkbox"/> | не знаю    |
| <input type="checkbox"/> | нет | <input type="checkbox"/> | нет ответа |

Если Вы ответили «Да» – переходите к 6 вопросу, при других ответах – к 7 вопросу.

6. В какой степени способствует цифровизация экономики изменению рабочих мест в Вашей организации? (выберете по одному варианту ответа для каждого приведенного направления)

Направление	в большей степени	в значительной степени	незначительно	нисколько	не знаю	нет ответа
Снижение рутинной работы						
Повышение автономности работы						
Повышение качества работы						
Повышение производительности на рабочем месте						

7. В какой степени работники Вашей организации испытывают нехватку цифровых навыков? (выберете один вариант ответа)

- |                          |                        |                          |            |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | в большей степени      | <input type="checkbox"/> | нисколько  |
| <input type="checkbox"/> | в значительной степени | <input type="checkbox"/> | не знаю    |
| <input type="checkbox"/> | незначительно          | <input type="checkbox"/> | нет ответа |

8. Насколько эффективно участие работников в непрерывном профессиональном обучении для сокращения пробелов в цифровых и других навыках? (выберете один вариант ответа)

- |                          |                        |                          |            |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | в большей степени      | <input type="checkbox"/> | нисколько  |
| <input type="checkbox"/> | в значительной степени | <input type="checkbox"/> | не знаю    |
| <input type="checkbox"/> | незначительно          | <input type="checkbox"/> | нет ответа |

9. Какие из следующих вычислительных устройств используются в Вашей организации для выполнения основных бизнес-процессов? (выберете все подходящие варианты ответа)

- |                          |           |                          |            |
|--------------------------|-----------|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | компьютер | <input type="checkbox"/> | смартфон   |
| <input type="checkbox"/> | ноутбук   | <input type="checkbox"/> | не знаю    |
| <input type="checkbox"/> | планшет   | <input type="checkbox"/> | нет ответа |

10. Какие из следующих компьютеризированных машин используются в Вашей организации для выполнения основных бизнес-процессов? (выберете все подходящие варианты ответа)

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | цифровые портативные устройства, например, мониторы или сканеры, используемые для контроля запасов и обработки заказов          |
| <input type="checkbox"/> | станки с числовым программным управлением (ЧПУ), например, токарные или фрезерные станки  |
| <input type="checkbox"/> | роботы  |
| <input type="checkbox"/> | программируемые логические операторы  |
| <input type="checkbox"/> | 3d-принтеры или специализированное компьютеризированное оборудование (например, лазеры, компьютерная томография, «умные» доски) |
| <input type="checkbox"/> | Не используются все   |

11. Как используются вычислительные устройства для выполнения работы в Вашей организации? (выберете по одному варианту ответа для каждого приведенного направления)

Направление	в большей степени	в значительной степени	незначи- тельно	нисколько	не знаю	нет ответа
Использование интернета или социальных сетей для просмотра, отправки электронных писем и сообщений						
Написание и редактирование текстов, например, с помощью Word или аналогичного программного обеспечения						
Создание презентаций, например, с помощью Powerpoint или аналогичного программного обеспечения						
Использование электронных таблиц, например, с помощью Excel или аналогичного программного обеспечения						
Использование макросов или сложных формул при работе в Excel						
Работа со специализированным, отраслевым или профессиональным программным обеспечением, например, для бухгалтерского учета, юридического анализа, управление запасами, веб-дизайн, графический дизайн, управление взаимоотношениями с клиентами и т. д.						
Управление базами данных и объединение их, например, с помощью Access, Oracle или аналогичного программного обеспечения и соответствующих методов запросов. (например, SQL)						
Написание программ, кодирование с использованием компьютерного языка, например, C++, Python, Java, Visual Basic						
Написание программ с использованием методов искусственного интеллекта, например, алгоритмов машинного или глубокого обучения						

12. Произошли ли в Вашей организации какие-либо из следующих изменений за последние 12 месяцев? (выберете по одному варианту ответа для каждого приведенного направления)

Направление	да	нет	не знаю	нет ответа
Установлены новые компьютерные системы/ компьютерные устройства/ компьютерные программы*				
Установлено новое компьютеризированное оборудование**				

\*Рассмотрите любые компьютерные программы или программное обеспечение, как общего, так и специализированного или профессионального характера (например, Microsoft Office, управление базами данных, мультимедийные редакторы, коммуникационные приложения, планирование ресурсов предприятия, анализ данных). Включайте только основные обновления любых компьютерных программ или программного обеспечения, которые Вы используете для выполнения своей основной работы.

\*\* Под «новым» компьютеризированным оборудованием для выполнения своей основной работы мы подразумеваем, например, цифровые портативные устройства, станки с ЧПУ, роботы, программируемые логические контроллеры, 3d-принтеры или любые другие специализированные, отраслевые или специализированные компьютеризированные машины. Включайте только основные обновления любого компьютеризированного оборудования, которое используются в вашей организации для выполнения основных процессов.

13. Как изменилось количество работников Вашей организации за последние 12 месяцев? (выберете один вариант ответа)

- |                          |                  |                          |            |
|--------------------------|------------------|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | повысилось       | <input type="checkbox"/> | не знаю    |
| <input type="checkbox"/> | осталось прежним | <input type="checkbox"/> | нет ответа |
| <input type="checkbox"/> | уменьшилось      |                          |            |

14. Как изменились рабочие задачи в результате новых компьютерных программ/ программного обеспечения/нового компьютеризированного оборудования? (выберете по одному варианту ответа для каждого приведенного направления)

Направление	в большей степени	в значительной степени	незначительно	несколько	не знаю	нет ответа
Количество выполняемых задач уменьшилось						
Количество выполняемых задач увеличилось						
Появились новые задачи						
Увеличилась скорость выполнения задач						
Увеличилась производительность в выполнении задач						
Улучшилось качество выполняемых задач						

15. Насколько Вашим работникам нужно дальнейшее развитие общего уровня знаний и навыков, чтобы еще лучше сделать свою основную работу? (выберете один вариант ответа)

- |                          |                   |                          |            |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | большая степень   | <input type="checkbox"/> | ни сколько |
| <input type="checkbox"/> | умеренная степень | <input type="checkbox"/> | не знаю    |
| <input type="checkbox"/> | небольшая         | <input type="checkbox"/> | нет ответа |

16. Соответствует ли уровень образования Ваших работников необходимому для работы? (выберете по одному варианту ответа для каждого приведенного направления и указанных групп работников)

**В общем**

Направление	в большей степени	в значительной степени	незначительно	нисколько	не знаю	нет ответа
Уровень образования работников выше требуемого						
В основном соответствует						
Уровень образования работников ниже требуемого						
Не знаю						
Нет ответа						

**В разрезе групп занятий**

Группа работников по ОКРБ «Занятия»	в большей степени	в значительной степени	незначительно	нисколько	не знаю	нет ответа	нет в организации
Руководители							
Специалисты-профессионалы							
Специалисты							
Работники, занятые предоставлением офисных административных и вспомогательных услуг, услуг потребителям, подготовкой, обработкой информации и учетом							
Работники сферы обслуживания, торговли и других родственных видов деятельности							
Квалифицированные работники сельского и лесного хозяйств, рыбоводства и рыболовства							
Квалифицированные рабочие промышленности, строительства и рабочие подобных занятий (за исключением работников, вошедших в основную группу 8)							
Операторы, аппаратчики, машинисты и другие рабочие, занятые управлением, эксплуатацией и обслуживанием установок и машин, сборщики изделий							
Неквалифицированные работники							

17. Насколько Вашим работникам нужно развивать свои компьютерные / ИТ-навыки, чтобы еще лучше выполнять свою основную работу? (выберете по одному варианту ответа для каждой группы работников)

Группа работников по ОКРБ «Занятия»	в большей степени	в значительной степени	незначитель- но	нисколько	не знаю	нет ответа	нет в организа- ции
1. Руководители							
2. Специалисты-профессионалы							
3. Специалисты							
4. Работники, занятые предоставлением офисных административных и вспомогательных услуг, услуг потребителям, подготовкой, обработкой информации и учетом							
5. Работники сферы обслуживания, торговли и других родственных видов деятельности							
6. Квалифицированные работники сельского и лесного хозяйств, рыбоводства и рыболовства							
7. Квалифицированные рабочие промышленности, строительства и рабочие подобных занятий (за исключением работников, вошедших в основную группу 8)							
8. Операторы, аппаратчики, машинисты и другие рабочие, занятые управлением, эксплуатацией и обслуживанием установок и машин, сборщики изделий							
9. Неквалифицированные работники							

18. Нужно ли Вашим работникам развивать какие-либо из следующих навыков, чтобы еще лучше сделать свою основную работу? (выберите все подходящие варианты ответа)

- Цифровые навыки (навыки работы с компьютером)
- Профессиональные навыки (навыки, соответствующие их профессиональной деятельности)
- Личностные навыки (коммуникативность, эмоциональный интеллект, творческое мышление, сотрудничество, взаимодействие)

Если Вы отметили хотя бы один навык, необходимый для развития у Ваших работников, то переходите к 19 вопросу, если Вы не отметили ни один навык – переходите к 20 вопросу.

19. В какой степени нужно Вашим работникам развивать навыки, чтобы еще лучше сделать свою основную работу? (выберите подходящий вариант ответа в каждой строке)

Навыки	в большей степени	в значительной степени	незначительно	не знаю
Цифровые навыки (навыки работы с компьютером)				
Профессиональные навыки (навыки, соответствующие их профессиональной деятельности)				
Личностные навыки (коммуникативность, эмоциональный интеллект, творческое мышление, сотрудничество, взаимодействие)				

20. Насколько Ваши работники могут использовать свои текущие знания и навыки в своей основной работе? (выберете один вариант ответа)

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> в большей степени      | <input type="checkbox"/> несклько   |
| <input type="checkbox"/> в значительной степени | <input type="checkbox"/> не знаю    |
| <input type="checkbox"/> незначительно          | <input type="checkbox"/> нет ответа |

21. Проводились ли в Вашей организации за последние 12 месяцев какие-либо из следующих образовательных мероприятий или тренировок, чтобы обучить работников новым профессиональным навыкам? (выберите все подходящие варианты ответа)

- курсы  
 семинары  
 профессиональное обучение при поддержке назначенного тренера

22. Было ли хотя бы одно из образовательных мероприятий, указанных в вопросе 19, полностью или частично оплачиваемым Вашей организацией или выполняемым в рабочее время? (выберете один вариант ответа)

- |                              |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Да  | <input type="checkbox"/> Не знаю    |
| <input type="checkbox"/> Нет | <input type="checkbox"/> Нет ответа |

23. Было ли полезным, по крайней мере, одно из образовательных мероприятий, указанных в вопросе 19, для дальнейшего развития компьютерных/ИТ-навыков, необходимых работникам Вашей организации? (выберете один вариант ответа)

- |                              |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Да  | <input type="checkbox"/> Не знаю    |
| <input type="checkbox"/> Нет | <input type="checkbox"/> Нет ответа |

24. Было ли, по крайней мере, одно из образовательных мероприятий, указанных в вопросе 19, в основном онлайн? (выберете один вариант ответа)

- |                              |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Да  | <input type="checkbox"/> Не знаю    |
| <input type="checkbox"/> Нет | <input type="checkbox"/> Нет ответа |

25. С какими из следующих утверждений относительно использования цифровых или компьютерных технологий в работе Вы согласны? (выберите все подходящие варианты ответа)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> в целом повысилась производительность на работе | <input type="checkbox"/> полезно для обучения на работе |
| <input type="checkbox"/> легко научились использовать в работе           | <input type="checkbox"/> приятно использовать на работе |

26. Какие из приведенных ниже функций кадровой службы, по Вашему мнению, необходимо автоматизировать в организации? (выберите все подходящие варианты ответа)

- |                          |                                   |                          |  |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Рекрутинг                         | <input type="checkbox"/> | Обучение и развитие                                |
| <input type="checkbox"/> | Кадровый учет и администрирование | <input type="checkbox"/> | Оценка персонала                                   |
| <input type="checkbox"/> | Адаптация персонала               | <input type="checkbox"/> | Внутренние коммуникации                            |
| <input type="checkbox"/> | HR-аналитика                      | <input type="checkbox"/> | Управление персоналом не нуждается в автоматизации |
| <input type="checkbox"/> | Компенсации и льготы              | <input type="checkbox"/> | Не знаю  |

27. Какие из приведенных ниже функций кадровой службы в Вашей организации уже автоматизированы? (выберите все подходящие варианты ответа)

- |                          |                                   |                          |  |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Рекрутинг                         | <input type="checkbox"/> | Обучение и развитие                                |
| <input type="checkbox"/> | Кадровый учет и администрирование | <input type="checkbox"/> | Оценка персонала                                   |
| <input type="checkbox"/> | Адаптация персонала               | <input type="checkbox"/> | Внутренние коммуникации                            |
| <input type="checkbox"/> | HR-аналитика                      | <input type="checkbox"/> | Управление персоналом не нуждается в автоматизации |
| <input type="checkbox"/> | Компенсации и льготы              | <input type="checkbox"/> | Не знаю  |

28. Что из перечисленного используется специалистами кадровой службы Вашей организации? (выберите все подходящие варианты ответа)

- |                          |                                      |                          |   |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | электронная база данных сотрудников  | <input type="checkbox"/> | системы автоматизированного отбора кандидатов |
| <input type="checkbox"/> | электронные системы делопроизводства | <input type="checkbox"/> | цифровые тесты профпригодности                |
| <input type="checkbox"/> | онлайн-платформы поиска кандидатов   | <input type="checkbox"/> | средства видеоконференцсвязи                  |
| <input type="checkbox"/> | поиск сотрудников в социальных сетях | <input type="checkbox"/> | облачные решения для хранения данных          |

## Немного информации о Вашей организации

### Размер организации по численности занятых:

- Крупное предприятие (организация) (250 человек и более)
- Среднее предприятие (организация) (100–249 человек)
- Малое предприятие (организация) (16–99 человек)
- Микропредприятие (организация) (менее 16 человек)

### Форма собственности:

- Государственное предприятие
- Частное предприятие
- Иностранное
- Смешанное

### Вид экономической деятельности (если их несколько, укажите основной):

- Сельское, лесное и рыбное хозяйство
- Горнодобывающая промышленность
- Обрабатывающая промышленность
- Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом
- Водоснабжение; сбор, обработка и удаление отходов, деятельность по ликвидации загрязнений
- Строительство
- Оптовая и розничная торговля; ремонт автомобилей и мотоциклов
- Услуги по временному проживанию и питанию
- Транспортная деятельность, складирование, почтовая и курьерская деятельность
- Информация и связь
- Финансовая и страховая деятельность
- Операции с недвижимым имуществом
- Профессиональная, научная и техническая деятельность
- Деятельность в сфере административных и вспомогательных услуг
- Государственное управление
- Образование
- Здравоохранение и социальные услуги
- Творчество, спорт, развлечения и отдых
- Предоставление прочих видов услуг
- Деятельность частных домашних хозяйств, нанимающих домашнюю прислугу и производящих товары и услуги для собственного потребления
- Деятельность экстерриториальных организаций и органов

**Спасибо за участие в опросе!**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Результаты опроса экспертов по уровням развития факторов цифровизации управления человеческими ресурсами в организации

Таблица Г.1 – Сводная таблица мнений экспертов по компонентам матрицы вероятностей переходов между уровнями развития факторов цифровизации компании

Факторы, переходы между возможными состояниями факторов	Эксперт										Коэффициент вариации, %	Простая средняя арифметическая с округлением до десятых
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>Технологические</b>												
низкий → низкий	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	27,27	0,11
низкий → средний	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	6,84	0,67
низкий → высокий	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	18,18	0,22
средний → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
средний → средний	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	14,29	0,28
средний → высокий	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	5,56	0,72
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → средний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → высокий	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<b>Экономические</b>												
низкий → низкий	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	22,22	0,18
низкий → средний	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7,45	0,6
низкий → высокий	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	18,18	0,22
средний → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
средний → средний	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	12,39	0,37
средний → высокий	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	7,27	0,63
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → средний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → высокий	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Окончание таблицы Г.1

<b>Социальные</b>													
низкий → низкий	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	22,22	0,18
низкий → средний	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	7,69	0,52
низкий → высокий	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4		14,91	0,3
средний → низкий	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		27,27	0,11
средний → средний	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2		26,83	0,25
средний → высокий	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7		12,5	0,64
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
высокий → средний	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1		27,27	0,11
высокий → высокий	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9		3,37	0,89
<b>Правовые</b>													
низкий → низкий	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4		10,53	0,38
низкий → средний	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5		11,13	0,44
низкий → высокий	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1		22,22	0,18
средний → низкий	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2		27,27	0,11
средний → средний	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5		10,99	0,49
средний → высокий	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3		15,81	0,4
высокий → низкий	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		27,27	0,11
высокий → средний	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1		22,22	0,18
высокий → высокий	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8		7,58	0,71
<b>Психологические</b>													
низкий → низкий	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3		16,97	0,27
низкий → средний	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6		12,65	0,5
низкий → высокий	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1		27,84	0,23
средний → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
средний → средний	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7		7,58	0,71
средний → высокий	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3		18,57	0,29
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
высокий → средний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
высокий → высокий	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		0	1

\* При коэффициенте вариации до 30 % совокупность считается однородной, а вариация слабой; при коэффициенте вариации от 30 % до 70 % – вариация умеренная, при коэффициенте вариации более 70 % – вариация сильная, а совокупность неоднородная.

Таблица Г.2 – Сводная таблица мнений экспертов по компонентам матрицы вероятностей переходов между уровнями развития факторов цифровизации компании при внедрении системы автоматизированного отбора сотрудников компании

Факторы, переходы между возможными состояниями факторов	Эксперт										Коэффициент вариации, %	Простая средняя арифметическая с округлением до десятых
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>Технологические</b>												
низкий → низкий	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6,12	0,49≈0,5
низкий → средний	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	14,29	0,28≈0,3
низкий → высокий	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	19,92	0,23≈0,2
средний → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
средний → средний	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	6,28	0,73≈0,7
средний → высокий	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	16,97	0,27≈0,3
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → средний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → высокий	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<b>Экономические</b>												
низкий → низкий	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	12,5	0,32≈0,3
низкий → средний	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6,12	0,49≈0,5
низкий → высокий	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	15,79	0,19≈0,2
средний → низкий	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	27,27	0,11≈0,1
средний → средний	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	8,83	0,61≈0,6
средний → высокий	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	14,29	0,28≈0,3
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → средний	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	27,27	0,11≈0,1
высокий → высокий	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	3,37	0,89≈0,9

## Окончание таблицы Г.2

<b>Социальные</b>													
низкий → низкий	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	10,34	0,29≈0,3
низкий → средний	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	14,29	0,42≈0,4
низкий → высокий	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	10,34	0,29≈0,3
средний → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
средний → средний	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	8,04	0,57≈0,6
средний → высокий	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	10,66	0,43≈0,4
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → средний	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	15,79	0,19≈0,2
высокий → высокий	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	3,7	0,81≈0,8
<b>Правовые</b>													
низкий → низкий	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	17,31	0,37≈0,4
низкий → средний	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	7,69	0,52≈0,5
низкий → высокий	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	27,27	0,11≈0,1
средний → низкий	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	22,22	0,18≈0,2
средний → средний	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	12,5	0,64≈0,6
средний → высокий	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	22,22	0,18≈0,2
высокий → низкий	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	15,79	0,19≈0,2
высокий → средний	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	14,29	0,21≈0,2
высокий → высокий	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	7,45	0,6
<b>Психологические</b>													
низкий → низкий	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	14,29	0,42≈0,4
низкий → средний	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	7,69	0,39≈0,4
низкий → высокий	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	15,79	0,19≈0,2
средний → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
средний → средний	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	3,7	0,81≈0,8
средний → высокий	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	15,79	0,19≈0,2
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → средний	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	27,27	0,11≈0,1
высокий → высокий	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	3,37	0,89≈0,9

Таблица Г.3 – Сводная таблица мнений экспертов по компонентам матрицы вероятностей переходов между уровнями развития факторов цифровизации компании при внедрении цифровой платформы для обучения и развития сотрудников

Факторы, переходы между возможными состояниями факторов	Эксперт										Коэффициент вариации, %	Простая средняя арифметическая с округлением до десятых
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>Технологические</b>												
низкий → низкий	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	12,39	0,37≈0,4
низкий → средний	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	12,5	0,32≈0,3
низкий → высокий	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	9,68	0,31≈0,3
средний → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
средний → средний	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	8,94	0,5
средний → высокий	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	8,94	0,5
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → средний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → высокий	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<b>Экономические</b>												
низкий → низкий	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	14,29	0,28≈0,3
низкий → средний	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0,3
низкий → высокий	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	9,52	0,42≈0,4
средний → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
средний → средний	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	9,52	0,42≈0,4
средний → высокий	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	6,9	0,58≈0,6
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → средний	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	27,27	0,11≈0,1
высокий → высокий	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	3,37	0,89≈0,9
<b>Социальные</b>												
низкий → низкий	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,1
низкий → средний	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	4,23	0,71≈0,7
низкий → высокий	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	15,79	0,19≈0,2
средний → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Окончание таблицы Г.3

средний → средний	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	11,54	0,52≈0,5
средний → высокий	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	12,5	0,48≈0,5
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → средний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → высокий	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<b>Правовые</b>												
низкий → низкий	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	7,32	0,41≈0,4
низкий → средний	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6,12	0,49≈0,5
низкий → высокий	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,1
средний → низкий	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	21,43	0,28≈0,3
средний → средний	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,92	0,61≈0,6
средний → высокий	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	27,27	0,11≈0,1
высокий → низкий	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	27,27	0,11≈0,1
высокий → средний	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	10,34	0,29≈0,3
высокий → высокий	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	11,54	0,52≈0,5
<b>Психологические</b>												
низкий → низкий	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	21,43	0,28≈0,3
низкий → средний	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,92	0,61≈0,6
низкий → высокий	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	27,27	0,11≈0,1
средний → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
средний → средний	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,7	0,7	0,7	8,33	0,72≈0,7
средний → высокий	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3	21,43	0,28≈0,3
высокий → низкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → средний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
высокий → высокий	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Таблица Г.4 – Сводная таблица мнений экспертов по начальному распределению вероятностей состояний

Факторы, компонент вектора начального распределения вероятностей состояний	Эксперт										Коэффициент вариации, %	Однородность совокупности/ степень вариации	Простая средняя арифметическая с округлением до десятых
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
<b>Технологические</b>													
низкий уровень цифровизации	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	22,22	совокупность однородна/ вариация слабая	0,18≈0,2
средний уровень цифровизации	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	7,69		0,52≈0,5
высокий уровень цифровизации	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0		0,3
<b>Экономические</b>													
низкий уровень цифровизации	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	17,37	совокупность однородна/ вариация слабая	0,31≈0,3
средний уровень цифровизации	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	7,32		0,41≈0,4
высокий уровень цифровизации	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	14,29		0,28≈0,3
<b>Социальные</b>													
низкий уровень цифровизации	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	27,27	совокупность однородна/ вариация слабая	0,11≈0,1
средний уровень цифровизации	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	7,32		0,41≈0,4
высокий уровень цифровизации	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	8,33		0,48≈0,5

Окончание таблицы Г.4

<b>Правовые</b>														
низкий уровень цифровизации	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	9,52	совокупность однородна/ вариация слабая	0,42≈0,4
средний уровень цифровизации	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0		0,4
высокий уровень цифровизации	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	22,22		0,18≈0,2
<b>Психологические</b>														
низкий уровень цифровизации	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	27,27	совокупность однородна/ вариация слабая	0,11≈0,1
средний уровень цифровизации	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	8,94		0,5
высокий уровень цифровизации	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	7,69		0,39≈0,4

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Вопросы интервью по цифровой трансформации организации и данные респондентов

Уважаемый респондент! Благодарю Вас за то, что согласились принять участие в нашем исследовании, посвященном изучению факторов успеха и барьеров при внедрении цифровых технологий в управление человеческими ресурсами. Ваш опыт в области цифровизации HR представляет большую ценность для нашего проекта и для всего профессионального сообщества. В ходе нашей беседы я буду задавать вопросы о вашем опыте цифровизации HR в Вашей организации, об успехах и вызовах, с которыми вы сталкивались, о стратегиях преодоления барьеров и извлеченных уроках. Ваши ответы и идеи будут проанализированы вместе с ответами других экспертов и результатами опроса сотрудников организаций, внедряющих цифровые технологии в HR.

Интервью займет около 50 минут. С вашего разрешения, я буду записывать нашу беседу для дальнейшего анализа. Хочу заверить вас, что вся предоставленная вами информация будет использована исключительно в исследовательских целях и обработается в обобщенном виде. Ваши личные данные и название Вашей организации останутся конфиденциальными. Давайте начнем наше интервью.

Таблица Д.1 – Вопросы интервью

№	Вопрос респонденту	Ответ
1	Какие цифровые технологии Вы внедрили в управление человеческими ресурсами вашей организации?	
2	Как Вы определяли приоритеты и цели проекта цифровизации HR?	
3	Каковы были ключевые факторы, которые Вы учитывали при разработке стратегии цифровизации?	
4	Какие организационные факторы, по Вашему мнению, наиболее важны для успеха проектов цифровизации HR (например, поддержка высшего руководства, гибкая организационная культура, эффективные процессы управления изменениями)?	
5	Какую роль играют технологические факторы в успехе цифровизации HR (например, качество ИТ-инфраструктуры, интеграция систем, удобство использования цифровых инструментов)?	
6	Насколько важны человеческие факторы, такие как цифровые компетенции сотрудников, вовлеченность и готовность к изменениям, для успеха цифровизации HR?	
7	Какие стратегии Вы использовали для развития этих факторов?	
8	С какими основными барьерами и вызовами Вы столкнулись в процессе цифровизации HR (например, сопротивление изменениям, недостаток ресурсов, сложность интеграции новых технологий с существующими системами)?	
9	Какие стратегии и тактики Вы использовали для преодоления этих барьеров?	
10	Какие из них оказались наиболее эффективными?	
11	Как Вы управляли изменениями и вовлекали сотрудников в процесс цифровизации HR?	
12	Какие методы коммуникации и обучения Вы применяли?	

Окончание таблицы Д.1

13	Какие метрики и показатели Вы использовали для оценки успеха проекта цифровизации HR?	
14	Как Вы измеряли влияние цифровизации на эффективность HR-процессов и бизнес-результаты организации?	
15	Какие уроки Вы извлекли из опыта цифровизации HR в вашей организации?	
16	Что Вы сделали бы по-другому, если бы начинали проект заново?	
17	Какие рекомендации Вы могли бы дать другим организациям, планирующим или осуществляющим цифровую трансформацию HR?	
18	На что им следует обратить особое внимание?	
19	Как Вы видите будущее цифровизации HR в Вашей организации и в целом в бизнесе?	
20	Какие тенденции и технологии, по Вашему мнению, окажут наибольшее влияние на управление человеческими ресурсами в ближайшие 5–10 лет?	
21	Есть ли у Вас какие-либо дополнительные комментарии или идеи, которыми Вы хотели бы поделиться относительно факторов успеха и барьеров цифровизации HR?	
	<b>Оставьте, пожалуйста, данные о себе и вашей организации</b>	
1	Должность в организации	
2	Стаж работы в сфере управления человеческими ресурсами и цифровизации HR	
3	Уровень образования и Ваша специализация	
4	Предыдущий опыт участия в проектах цифровизации HR (если есть)	
5	Отрасль, в которой работает Ваша организация	
6	Размер организации	
7	Регион, где расположена организация	

**Благодарю за участие!**

**Анализ данных HR-директоров, руководителей проектов по цифровизации управления человеческими ресурсами организаций и консультантов по цифровой трансформации**

Таблица Д.2 – Анализ данных респондентов

№ вопроса	Ответы руководителей и консультантов				
	1	2	3	4	5
1	HR-директор	Руководитель HR-департамента	Руководитель HRM блока	Главный специалист HRM	Главный специалист отдела рекрутинга
2	12	9	5	5	7
3	Высшее, HR управление	Высшее, HR управление	Высшее, управление талантами и цифровые инструменты	Высшее, цифровое обучение и развитие	Высшее, рекрутинг через цифровые каналы
4	Есть, 3	Есть, 3	Есть, 2	Есть, 2	Есть, 1
5	Информация и связь	Информация и связь	Информация и связь	Финансовая и страховая деятельность	Информация и связь
6	Крупная компания	Крупная компания	Средняя компания	Средняя компания	Крупная компания
7	Витебск	Минск	Минск	Могилев	Витебск
№ вопроса	6	7	8	9	10
1	Ведущий IT специалист автоматизации HR	Главный специалист отдела развития человеческих ресурсов	Ведущий консультант по цифровизации	Руководитель кадровой службы	Ведущий специалист отдела кадров
2	3	9	3	14	12
3	Высшее, HR-аналитика и большие данные	Высшее, HR-технологии и инновации	Высшее, автоматизация HR-процессов	Высшее, цифровая культура и лидерство	Высшее, автоматизация HR
4	Есть, 4	Есть, 2	Есть, 4	Есть, 1	Есть, 3
5	Обрабатывающая промышленность	Здравоохранение и социальные услуги	Информация и связь	Финансовая и страховая деятельность	Транспортная деятельность
6	Крупная компания	Средняя компания	Средняя компания	Крупная компания	Крупная компания
7	Минская обл.	Минск	Гродно	Минск	Брест

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Онлайн-опрос о восприятии и опыте сотрудников, вовлеченных в процесс цифровизации HR, и данные респондентов

Уважаемый респондент!

Приглашаем Вас принять участие в опросе, посвященном изучению восприятия и опыта сотрудников, вовлеченных в процесс цифровизации HR в организации. Ваше мнение очень важно для нас и поможет улучшить процесс внедрения цифровых технологий в управление человеческими ресурсами.

Пожалуйста, ответьте на следующие вопросы:

1. Насколько Вы удовлетворены цифровыми HR-инструментами, внедренными в нашей организации?

- а) полностью удовлетворен(а),
- б) скорее удовлетворен(а),
- в) отношусь нейтрально,
- г) скорее не удовлетворен(а),
- д) полностью не удовлетворен(а).

2. Оцените, насколько легко Вам было освоить новые цифровые HR-инструменты:

- а) очень легко,
- б) скорее легко,
- в) нейтрально,
- г) скорее сложно,
- д) очень сложно.

3. Как цифровизация HR повлияла на эффективность выполнения Ваших рабочих задач?

- а) значительно повысила эффективность,
- б) несколько повысила эффективность,
- в) не оказала влияния,
- г) несколько снизила эффективность,
- д) значительно снизила эффективность.

4. Оцените, насколько цифровые HR-инструменты помогают Вам в следующих аспектах (Шкала: Полностью согласен - Скорее согласен - Нейтрально - Скорее не согласен - Полностью не согласен):

- а) доступ к информации о политиках и процедурах HR,
- б) управление личными данными и документами,
- в) запрос отпусков и больничных,
- г) обучение и развитие,
- д) постановка целей и оценка эффективности,
- е) обратная связь и коммуникация с руководителем и коллегами,
- ж) поиск внутренних вакансий и возможностей карьерного роста.

5. Какие факторы, по Вашему мнению, способствуют успешной адаптации сотрудников к новым цифровым HR-технологиям? (Выберите все подходящие варианты).

- а) качество и удобство использования цифровых инструментов,
- б) доступность обучения и поддержки по работе с новыми инструментами,
- в) четкая коммуникация целей и преимуществ цифровизации HR,
- г) вовлеченность и поддержка со стороны руководства,
- д) открытость к изменениям и инновационная культура в организации,
- е) признание и вознаграждение за успешное освоение новых технологий,

ж) другое (пожалуйста, уточните).

6. С какими основными трудностями Вы столкнулись в процессе адаптации к цифровым HR-инструментам? (Выберите все подходящие варианты):

- а) технические проблемы и сбои в работе систем,
- б) сложность и неинтуитивность интерфейсов,
- в) недостаток обучения и поддержки пользователей,
- г) несоответствие функциональности инструментов реальным потребностям,
- д) дублирование ввода данных в различные системы,
- е) опасения по поводу конфиденциальности и безопасности данных,
- ж) сопротивление изменениям и привычка к старым методам работы,
- и) другое (пожалуйста, уточните).

7. Насколько Вы согласны со следующими утверждениями о результатах цифровизации HR в вашей организации? (Шкала: Полностью согласен - Скорее согласен - Нейтрально - Скорее не согласен - Полностью не согласен).

- а) цифровизация HR повысила прозрачность и справедливость HR-процессов,
- б) цифровизация HR позволила мне экономить время на рутинных задачах,
- в) цифровизация HR улучшила мой доступ к обучению и возможностям развития,
- г) цифровизация HR повысила мою вовлеченность и удовлетворенность работой,
- д) цифровизация HR способствовала укреплению инновационной культуры в организации.

8. Как бы Вы оценили общий уровень цифровой трансформации HR в Вашей организации?

- а) высокий (большинство HR-процессов автоматизированы и интегрированы),
- б) средний (некоторые ключевые HR-процессы автоматизированы, но есть потенциал для дальнейшего развития),
- в) низкий (большинство HR-процессов выполняется вручную, цифровизация находится на начальной стадии).

9. Какие дополнительные цифровые HR-инструменты или функции Вы хотели бы видеть в Вашей организации в будущем?

10. Есть ли у Вас какие-либо другие комментарии, предложения или обратная связь относительно цифровизации HR в нашей организации?

Ваши ответы помогут нам лучше понять опыт и потребности сотрудников в процессе цифровой трансформации HR и продолжить совершенствование цифровых инструментов и процессов.

	<b>Оставьте, пожалуйста, данные о себе и вашей организации</b>	<b>Ответ</b>
1	Должность в организации	
2	Стаж работы в сфере управления человеческими ресурсами	
3	Уровень образования	
4	Отрасль, в которой работает ваша организация	
5	Размер организации	
6	Регион, где расположена организация	

**Благодарим Вас за участие в опросе!**

**Анализ данных HR-директоров, руководителей проектов по цифровизации управления человеческими ресурсами организаций и консультантов по цифровой трансформации**

Таблица Е.1 – Анализ данных респондентов

№ вопроса	Ответы руководителей и консультантов				
	1	2	3	4	5
1	Главный специалист	Главный специалист	Главный специалист	Главный специалист	Ведущий специалист
2	9	6	5	6	4
3	Высшее	Высшее	Высшее	Высшее	Высшее
4	Информация и связь	Информация и связь	Информация и связь	Финансовая и страховая деятельность	Информация и связь
5	Крупная компания	Крупная компания	Средняя компания	Средняя компания	Крупная компания
6	Витебск	Минск	Минск	Могилев	Витебск
№ вопроса	6	7	8	9	10
1	Главный специалист	Главный специалист	Главный специалист	Главный специалист	Главный специалист
2	8	8	6	3	4
3	Высшее	Высшее	Высшее	Высшее	Высшее
4	Обрабатывающая промышленность	Здравоохранение и социальные услуги	Информация и связь	Финансовая и страховая деятельность	Транспортная деятельность
5	Крупная компания	Средняя компания	Средняя компания	Крупная компания	Крупная компания
6	Минская обл.	Минск	Гродно	Минск	Брест
№ вопроса	11	12	13	14	15
1	Ведущий специалист	Специалист	Специалист	Специалист	Специалист
2	6	3	2	4	2
3	Высшее	Высшее	Высшее	Высшее	Высшее
4	Обрабатывающая промышленность	Здравоохранение и социальные услуги	Информация и связь	Финансовая и страховая деятельность	Транспортная деятельность
5	Крупная компания	Средняя компания	Средняя компания	Крупная компания	Крупная компания
6	Минская обл.	Минск	Гродно	Минск	Брест
№ вопроса	16	17	18	19	20
1	Специалист	Специалист	Специалист	Специалист	Специалист
2	3	3	3	1	1
3	Высшее	Высшее	Высшее	Высшее	Высшее
4	Обрабатывающая промышленность	Здравоохранение и социальные услуги	Информация и связь	Финансовая и страховая деятельность	Транспортная деятельность
5	Крупная компания	Средняя компания	Средняя компания	Крупная компания	Крупная компания
6	Минская обл.	Минск	Гродно	Минск	Брест

Научное издание

Калиновская Ирина Николаевна

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ  
ОРГАНИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Монография

Редактор *Р. А. Никифорова*  
Корректор *А. С. Прокопюк*  
Компьютерная верстка *И. Н. Калиновская*

---

Подписано к печати 11.01.2025. Формат  $60 \times 90^{1/16}$ . Усл. печ. листов 13,8.  
Уч.-изд. листов 17,4. Тираж 60 экз. Заказ № 9.

Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»  
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.  
Отпечатано на ризографе учреждения образования  
«Витебский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.