

Оригинальная статья / Original article

УДК 339.1

<https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-1-65-81>

Аккомодация технологии Big Data в процесс бизнес-интеграции

С. В. Колмыкова¹, Р. Ю. Черкашнев²✉, А. В. Бажанов²

¹ Тамбовский государственный технический университет
ул. Советская, д. 106/5, г. Тамбов 392000, Российская Федерация

² Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина
ул. Интернациональная, д. 33, г. Тамбов 392000, Российская Федерация

✉ e-mail: zakat05@mail.ru

Резюме

Актуальность. В настоящее время одним из превентивных мер повышения эффективности работы любого предприятия является реализация объединения различных компонентов бизнеса. Наряду с этим тенденция развития сквозных технологий способствует постепенному вовлечению различных отраслей бизнеса в соответствующее цифровое пространство. В свою очередь, актуализация сквозных технологий внутри компаний будет предполагать реорганизацию бизнес-процессов. Вопрос заключается в исследовании малоизученного процесса консолидации технологии Big Data в основу интеграции компонентов бизнеса.

Цель исследования состоит в определении адаптивных свойств технологии Big Data в условиях интеграции бизнес-процессов.

Задачи исследования предполагают изучение специфики процесса бизнес-интеграции; исследование принципа функционирования больших данных в условиях обработки непрерывно растущих потоков информации; выявление основных инструментов интеграции бизнес-процессов, сопряженных с технологиями Big Data; определение комплексной оценки эффективности интеграции бизнес-процессов в производстве с последующим внедрением больших данных.

Методология. Исследование базируется на использовании методов теоретического анализа, синтеза, обобщения, систематизации данных, экономико-статистического метода, а также применении графических приемов обработки информации.

Результаты. Авторами было установлено, что процесс бизнес-интеграции на современном этапе становления цифровой экономики будет являться необходимым условием для формирования более устойчивого положения на рынке за счет повышения качественных характеристик продукции и сокращения издержек. Выполнен обзор и анализ российского рынка больших данных и BI-систем в современный период. Для определения процедуры адаптации передовой технологии Big Data в объединенные бизнес-процессы выявлены инструменты интеграции бизнес-процессов, конъюгированные с технологиями Big Data. Выполнен расчет комплексной оценки эффективности интеграции бизнес-процессов в производстве, который отображает рост показателя эффективности интеграции посредством внедрения больших данных.

Выводы. В проведенном исследовании продемонстрирована результативность внедрения технологий больших данных в консолидационные бизнес-процессы, раскрывающие особенность адаптации соответствующих технологий.

Ключевые слова: адаптивные свойства; аккомодация технологии; бизнес-процессы; большие данные; интеграция бизнес-процессов; цифровая экономика; Big Data.

Конфликт интересов: В представленной публикации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования, нет результатов научных работ, выполненных авторами публикации лично и (или) в соавторстве, без соответствующих ссылок. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Для цитирования: Колмыкова С. В., Черкашнев Р. Ю., Бажанов А. В. Аккомодация технологии Big Data в процесс бизнес-интеграции // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2025. Т. 15, № 1. С. 65–81. <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-1-65-81>

Поступила в редакцию 16.12.2024

Принята к публикации 14.01.2025

Опубликована 28.02.2025

Accommodation of Big Data technology in business integration processes

Svetlana V. Kolmykova¹, Roman Yu. Cherkashnev²✉, Artem V. Bazhanov²

¹ Tambov State Technical University
106/5 Sovetskaya Str., Tambov 392000, Russian Federation

² Tambov State University named after G. R. Derzhavin
33 Internatsionalnaya Str., Tambov 392000, Russian Federation

✉ e-mail: zakat05@mail.ru

Abstract

Relevance. One of the preventive measures to improve the efficiency of any enterprise is the integration of various business components. At the same time, the development of cross-cutting technologies contributes to the gradual involvement of different business sectors in the digital space. The implementation of such technologies within companies necessitates the reorganization of business processes. The key issue is the exploration of the little-studied process of consolidating Big Data technology as the foundation for integrating business components.

The purpose of the study is to determine the adaptive properties of Big Data technology in the context of business process integration.

Objectives. The research objectives involve studying the specifics of the business integration process; investigating the principle of big data functioning in the context of processing continuously growing information flows; identifying the main tools for integrating business processes associated with Big Data technologies; determining a comprehensive assessment of the effectiveness of business process integration in production with the subsequent introduction of big data.

Methodology. The study is based on theoretical analysis, synthesis, generalization, data systematization, economic-statistical methods, and graphical data processing techniques.

Results. The authors established that business integration in the current stage of digital economy development is a crucial factor in strengthening market positions by improving product quality and reducing costs. A review and analysis of the Russian Big Data and BI systems market were conducted. To determine the adaptation process of advanced Big Data technology in integrated business processes, business process integration tools linked with Big Data technologies were identified. A comprehensive assessment of business process integration efficiency in production was performed, demonstrating an increase in efficiency due to Big Data implementation.

Conclusions. The study demonstrated the effectiveness of implementing Big Data technologies in consolidation-oriented business processes, revealing the specifics of their adaptation.

Keywords: adaptive properties; technology accommodation; business processes; Big Data; business process integration; digital economy; Big Data.

Conflict of interest: In the presented publication there is no borrowed material without references to the author and (or) source of borrowing, there are no results of scientific works performed by the authors of the publication, personally and (or) in co-authorship, without relevant links. The authors declares no conflict of interest related to the publication of this article.

For citation: Kolmykova S.V., Cherkashnev R.Yu., Bazhanov A.V. Accommodation of Big Data technology in business integration processes. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment = Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*. 2025;15(1):65–81. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-1-65-81>

Received 16.12.2024

Accepted 14.01.2025

Published 28.02.2025

Введение

В последнее десятилетие цифровая экономика охватила широкий сектор всех отраслей экономики. Данная тенденция приводит к тому, что внедрение информационных технологий в различные отрасли экономики будет являться ключевым фактором для обеспечения эффективности бизнеса и улучшения качества жизни людей.

Одной из актуальных задач в условиях цифровой экономики является развитие таких новаторских направлений, как большие данные (Big Data), нейротехнологии и искусственный интеллект, системы распределенного реестра (блокчейн), квантовые технологии, новые производственные технологии, промышленный интернет, компоненты робототехники и сенсорики, технологии беспровод-

ной связи, технологии виртуальной и дополненной реальности.

Перечисленные направления были определены в 2019 г. в рамках программы «Цифровая экономика Российской Федерации»¹ и внесены в перечень сквозных цифровых технологий. Сам термин «сквозные цифровые технологии» был использован в тексте программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной 28 июля 2017 г.², и подразумевает собой универсальность высокотехнологичного продукта или сервиса, не связанного с конкретной сферой.

На сегодняшний день понять принцип работы таких технологий, содержащих новую терминологию и абстрактные определения, сложно. В первую очередь их использование будет оказывать значительное влияние на преобразование всех сфер деятельности, включая бизнес-процессы.

Исходя из вышеизложенного авторами была выполнена исследовательская деятельность на предмет выявления малоизученной процедуры адаптации передовой технологии Big Data посредством внедрения в бизнес-процессы.

Материалы и методы

При исследовании тематики работы использовались методы теоретического анализа, синтеза, обобщения, систематизации данных, в т. ч. экономико-статистический метод. Также был реализован графический прием обработки информации. В процессе написания научной публикации была рассмотрена нор-

мативно-федеральная база, данные интернет-ресурсов, материалы научных журналов и публикаций.

Результаты и их обсуждение

Для определения процедуры адаптации передовой технологии Big Data в консолидационные бизнес-процессы авторами предварительно было выполнено детальное изучение специфики самого процесса бизнес-интеграции. Так, его основная идея заключается в объединении различных операций внутри компании [1], цель которой – создать согласованную и эффективную технологию выполнения задач. Подобный подход к оптимизации процессов будет способствовать устранению обособленности и несогласованности манипуляций в пределах компании [2], что, в свою очередь, позволит улучшить качество сервиса и продуктов. Кроме того, методом теоретического анализа авторами выделены и другие конструктивные аспекты³, связанные с интеграцией процессов в компании.

Аспект улучшения координации позволит организовать совместную работу отделов и команд, что снизит риск возникновения ошибок из-за минимальной коммуникации.

Увеличение прозрачности решит вопрос доступа к требуемой информации всех заинтересованных сторон в режиме реального времени, тем самым способствуя лучшему пониманию управленческих задач.

Повышение эффективности даст возможность ликвидировать излишние этапы производства, снизить затраты, время выполнения операций, а также избежать двойной работы.

Аспект автоматизации бизнес-процессов направлен на сокращение ручного управления, позволяя компании сконцентрироваться на принятии стратегических решений, связанных с повыше-

¹ Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. URL: <https://digital.gov.ru/ru/ministry/common/> (дата обращения: 10.11.2024).

² Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. URL: <https://docs.cntd.ru/document/436754837> (дата обращения: 10.11.2024).

³ Platrum. URL: <https://platrum.ru/> (дата обращения: 14.11.2024).

нием производительности и конкурентоспособности.

Также необходимо понимать, что интеграция бизнес-процессов может дифференцироваться на частичную и полную [3]. Частичная интеграция подразумевает сопряжение отдельных систем и процессов, так как некоторые аспекты бизнеса могут непрерывно кооперировать, а другие продолжают быть обособленными. Во втором случае реализуется интеграция процессов в единую систему для синергии всех данных и операций. Исходя из представленных аспектов авторами определены наиболее актуальные направления бизнес-интеграции, реализуемые в компаниях.

Интеграция в области учета и финансов служит для автоматизации системы учета и бухгалтерской программы с последующей оптимизацией документооборота.

Управление взаимоотношениями с контрагентами путем объединения CRM-систем [4] с другими инструментами компании обеспечит высокоинновационность продаж.

Консолидация системы стратегического управления с системой оплаты [5], учетом рабочего времени и медиапланирования позволит автоматизировать процессы подбора персонала, расчета заработной платы и контроль рабочего времени.

Объединение менеджмента проектов [6], включающего управление проектами совместно с автоматизированными системами, модифицирует работу и информационный обмен кадрового состава.

Централизация поставок и логистики, предполагающая интегрирование управления цепей поставок с системой отслеживания грузов [7], будет направлена на повышение выполнения эффективности такого рода процессов.

Таким образом, проведение интеграции в компании будет способствовать формированию более устойчивого положения на рынке за счет повышения качества продукции и оптимизации расходов. При этом следует учитывать, что в усло-

виях становления цифровой экономики объем информации значительно увеличивается и требует систематизации огромных информационных массивов, в т. ч. включая организацию хранения данных объединенных бизнес-процессов в едином унифицированном пространстве.

Так, по результатам исследования ученых Университета Беркли, опубликованного в 2003 г., каждый год объем производимой человечеством информации увеличивается в среднем на 30% [8]. К таким выводам пришли в результате анализа объемов информации, произведенных на планете за последние три года.

В период с 1986 по 2007 гг. сотрудниками Университета Южной Калифорнии было определено, что современный человек получает в день в 5 раз больше информации, чем 30 лет назад [8].

Согласно данным российской ежедневной интернет-газеты ComNews.ru, в 2011 г. общий мировой объем созданных и реплицированных человечеством данных составил более 1,8 зеттабайта. К 2018 г. этот показатель вырос до 33 зеттабайт¹.

По отчетам International Data Corporation (IDC), за 2020 г. люди сгенерировали 59 зеттабайт данных, а уже к 2025 г., согласно исследованию IDC, количество информации увеличится до 163 зеттабайт [9]. Такая тенденция свидетельствует о том, что объем генерируемых данных имеет экспоненциальный рост.

По мнению экспертов, значительно возросший объем данных, генерируемых человечеством за последние полвека, является предпосылкой возникновения такого социально-экономического феномена, как «информационный стресс», суть которого заключается в необходимости обработки непрерывно растущих потоков информации.

Решение данной проблемы путем активного внедрения технологий Big Data

¹ ComNews.ru. URL: <https://www.comnews.ru/> (дата обращения: 18.11.2024).

позволит систематизировать огромные массивы обезличенной информации и понять неочевидные закономерности, которые без применения компьютерного

анализа обнаружить было бы невозможно. Рассмотрим характеристики традиционной базы данных и базы Big Data (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики традиционной базы данных и базы Big Data

Характеристика	Традиционная база данных	База Big Data
Объем информации	От гигабайт до терабайт	От петабайт до эксабайт
Способ хранения	Централизованный	Децентрализованный
Структурированность данных	Структурирована	Полуструктурирована или неструктурирована
Модель хранения и обработки данных	Вертикальная модель	Горизонтальная модель
Взаимосвязь данных	Сильная	Слабая

На основании таблицы 1 следует отметить, что назначение обширного инструментария Big Data заключается в поиске взаимосвязей, которые помогают принять более взвешенные решения. Кроме того, в условиях обработки непрерывно растущих потоков информации большие данные будут предполагать решение следующих нижеуказанных задач.

Поиск ценных закономерностей и фактов позволит раскрыть коммерческий потенциал мегамассивов данных.

Построение точных прогнозов будет способствовать принятию обоснованных решения с последующей разработкой эффективных стратегий развития.

Мгновенная реакция на сбои и уязвимости предоставит возможность отслеживать и предотвращать подозрительные действия.

Строительство долгосрочных стратегий решит вопрос эффективного распределения ресурсов и своевременной адаптации к изменениям.

Исправление ошибок и улучшение продукта предотвратит отток клиентов, а также повысит лояльность через обратную связь.

Также следует отметить, что принцип работы с большими данными отличается от обычного процесса бизнес-аналитики [10], так как при работе с большими данными определение результата осуществляется посредством поэтапного моделирования – прежде всего

выдвигается гипотеза, разрабатывается визуальная модель, а затем на ее основе проверяется правильность выдвинутой гипотезы с сопутствующим представлением следующей гипотезы. Такая операция предполагает составление интерактивных запросов на основе знаний либо разработку алгоритмов интеллектуальных информационных систем, позволяющих получить искомым результат.

В настоящее время разработан ряд разнообразных технологий для анализа больших данных, базис которых составляет набор инструментов, сформированных из информатики и статистики. При этом исследователи продолжают деятельность, связанную с разработкой и улучшением существующих методик. Примененный авторами метод систематизации данных позволил определить наиболее актуальные технологии, представленные ниже (табл. 2).

Опираясь на представленные технологии, можно утверждать, что анализ объемного массива позволит получить более точные и релевантные данные на выходе. Таким образом, Big Data открывают значительные возможности для освоения новых ниш рынка. На основании статистических данных 60% организаций по всему миру уже начали внедрять в работу аналитику больших данных [11], так как осознают их потенциал, что свидетельствует о глобальном погружении в эпоху данных.

Таблица 2. Технологии для аналитики больших данных

Вид технологии	Специфичность технологии	Назначение технологии
Краудсорсинг	Анализ, производимый вручную посредством привлечения группы людей	Для решения разовых задач
Смешение и интеграция данных	Приведение разнородной информации к одному виду, уточнение и дополнение данных	Для выполнения анализа разрозненных данных в комплексе
Машинное обучение и нейронные сети	Разработка программ, способных анализировать и принимать решения, выстраивая логические связи	Для реализации сортировки и классификации данных, основе входной информации
Предиктивная аналитика	Прогнозирование будущего на основе собранных данных	Для построения прогнозов
Имитационное моделирование	Построение моделей на основе больших данных для проведения эксперимента в компьютерной реальности	Для осуществления проверки гипотез
Статистический анализ	Подсчет данных по формулам и выявление в них тенденций, сходств и закономерностей	Для получения точных статистических результатов
Data Mining	Технология определения актуальной информации из большого объема данных	Для извлечения из больших данных тенденций и закономерностей
Визуализация аналитических данных	Представление больших данных и результатов их анализа в виде графиков и схем	Для проведения оценивания результатов обработки

По наблюдениям аналитической компании Fortune Business Insights рынок больших данных ежегодно растет на 13,4%, а значит, что к 2029 г. он увеличится до 655,53 млрд долл. с 271,83 млрд долл. в 2022 г. [11].

На сегодняшний день в мировом масштабе функционируют свыше 7000 крупных дата-центров [12], позволяющих обрабатывать миллионы терабайт информации, а при необходимости объемы данных в них можно существенно увеличить без изменений в работе центра. Страны-лидеры по количеству центров обработки данных по состоянию на март 2024 г. представлены ниже (рис. 1).

Как видно из данных глобальной платформы Statista, по состоянию на март 2024 г. в России числится 251 центр обработки данных, представляющих собой сеть вычислительных ресурсов и хранилищ, обеспечивающих доступ к общим программным приложениям и данным. Эти центры предназначены для хранения больших объемов критически важных данных [13], поэтому они необходимы для повседневной работы компа-

ний и потребителей. Их активное развертывание свидетельствует о динамичном внедрении корпоративных стратегий работы с данными совместно с учетом бизнес-задач и формированием технологической инфраструктуры в организациях.

Так, заинтересованность к инструментам и технологиям для работы с большими данным проявили почти все ведущие ИТ-компании, такие как Amazon, Dell, eBay, EMC, Facebook, Google и др. В торговом пространстве образовалось большое количество стартап-проектов, связанных с ведением бизнеса на основе обработки огромных массивов данных, часть которых использует готовую облачную инфраструктуру.

Как отмечают эксперты, выгоду от аналитики Big Data будут получать компании, в которых выстроена высокая культура работы с данными. В таких организациях у данных должны быть владельцы, заинтересованные в их качестве, полноте и актуальности, а также реализован налаженный процесс управления жизненным циклом данных [11].

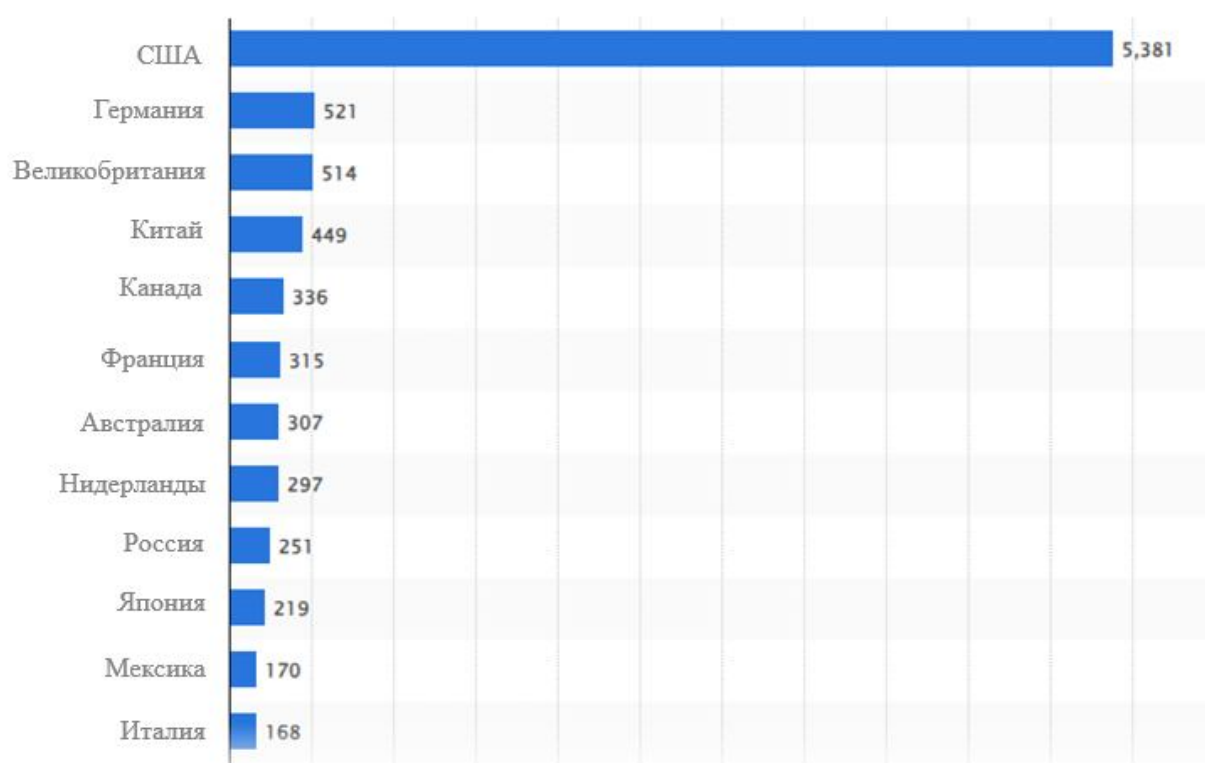


Рис. 1. Страны-лидеры по количеству центров обработки данных по состоянию на март 2024 г. [12]

Говоря о развитии российского рынка больших данных, следует подчеркнуть, что с 2020 г. технологии Big Data применяются практически во всех отраслях экономики [11]: особенно эта тенденция прослеживается в правительственном секторе, строительстве, социальной среде и добывающей промышленности. Кроме того, в 2021 г. в России был утвержден первый национальный стандарт в области больших данных, который регламентирует взаимодействие между органами власти, коммерческими компаниями и научно-образовательным сообществом.

Также наряду с технологиями Big Data в 2015–2016 гг. началось активное развитие российских BI-систем (Business Intelligence) [11] – бизнес-инструментов по сбору и обработке данных, позволяющих анализировать большие данные. Основная задача BI-систем заключается в том, чтобы результаты обработки способствовали эффективному функционированию бизнеса посредством принятия

правильного решения. Рассмотрим схему работы BI-систем (рис. 2).

В 2022 г. российский рынок BI-систем [11] столкнулся с масштабными изменениями. Ранее большая часть проектов реализовывалась с использованием западных BI-платформ, таких как Microsoft, Qlik, Tableau, SAP, IBM и Oracle. Однако из-за ухода этих разработчиков из России продолжение их эксплуатации стало невозможным.

В этой ситуации наибольшее преимущество получили интеграторы, которые уже имели опыт работы с отечественными платформами до 2022 г. [15]. Среди таких компаний можно выделить Innodata, «ПолиАналитика», «Первый Бит», ГК «ЮзТех», BI Consult, «Корус Консалтинг», «КРОК», «Сапран», GMCS и др. Также усилились позиции российских разработчиков BI-систем, таких как «Форсайт», «Полимастика», LuxmsBI, Visiology, «Мегапьютер Интеллидженс», «Лига Цифровой Экономики», Goodt и ряда других.



Рис. 2. Схема работы BI-системы [14]

По итогам 2022 г. лидером российского рынка BI-решений стала компания GlowByte [11], чьи доходы от реализации BI-проектов достигли 9,2 млрд руб. На втором месте оказалась «Лига Цифровой Экономики», которая увеличила выручку в этом направлении на 9,5%, достигнув 8,9 млрд руб.

Всего в рейтинге крупнейших BI-поставщиков приняли участие 40 компаний, включая вендоров и интеграторов. Суммарный объем их доходов составил более 37 млрд руб. Поставщики BI-решений в России представлены ниже (рис. 3).

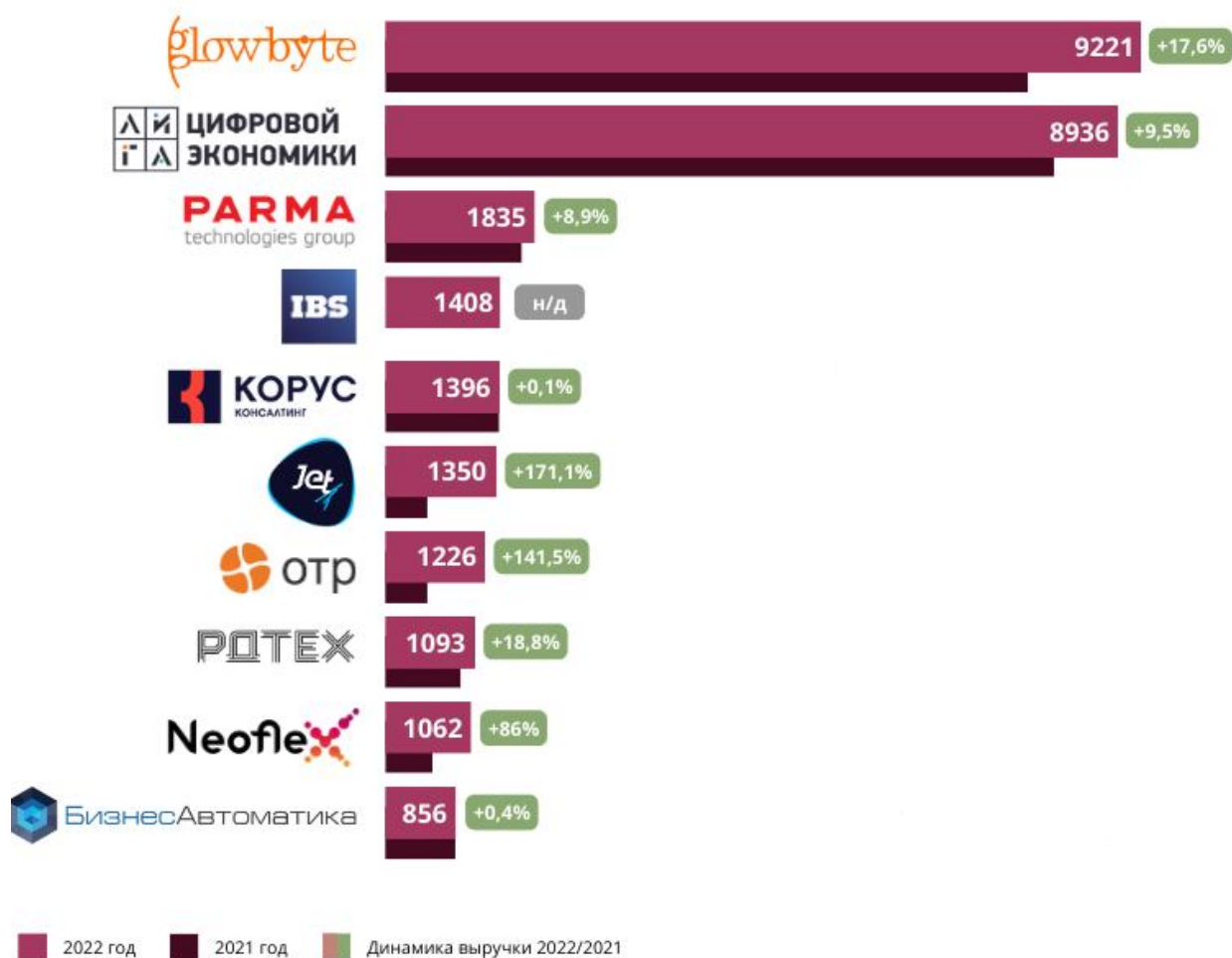
Согласно предварительным оценкам, предоставленным российским интернет-порталом и аналитическим агентством TAdviser, в 2023 г. российский рынок бизнес-аналитики (BI) показал уверенный рост, увеличившись на 10% по сравнению с предыдущим годом и достигнув 58,7 млрд руб. Основная часть этого объема приходится на услуги по внедрению и сопровождению BI-систем, а также на собственные разработки крупных отечественных компаний.

В течение 2023 г. сформировалась отчетливая тенденция: увеличивалась доля новых проектов, базирующихся на российских BI-решениях, в то время как количество крупных проектов, использующих зарубежные платформы, продолжало сокращаться. Этот процесс от-

ражает повышение конкурентоспособности российских BI-систем [16; 17], которые все чаще демонстрируют функционал, сравнимый с возможностями западных аналогов. Успешное расширение возможностей отечественных платформ, их адаптация к потребностям рынка и увеличение числа интеграций способствуют устойчивому росту количества проектов и общей емкости российского рынка BI.

Рассмотрим объемы российского рынка BI-систем за период с 2020 по 2023 гг. (рис. 4), которые показывают динамику его развития и изменения в структуре предложений.

В 2023 г. аналитическое агентство компании-разработчика отечественного программного обеспечения НОТА (Холдинг Т1) представило анализ российского рынка BI-систем [11]. Так, на октябрь 2023 г. 30% популярных на рынке BI-систем принадлежали российским разработчикам. В тройке лидеров с наибольшим количеством внедрений стали области розничной торговли (67%), электроэнергетики (60%) и металлургической промышленности (53%), в то время как на фармацевтику, автомобильную индустрию и горнодобывающую промышленность приходится 17% и по 20% соответственно, так как здесь BI-инструменты применяются реже. Рассмотрим количество внедрений по отраслям (рис. 5).



* Вендоры и интеграторы (общий рейтинг)

Рис. 3. Крупные поставщики BI-решений в России по выручке от BI-проектов за 2022 г., млн руб. [11]

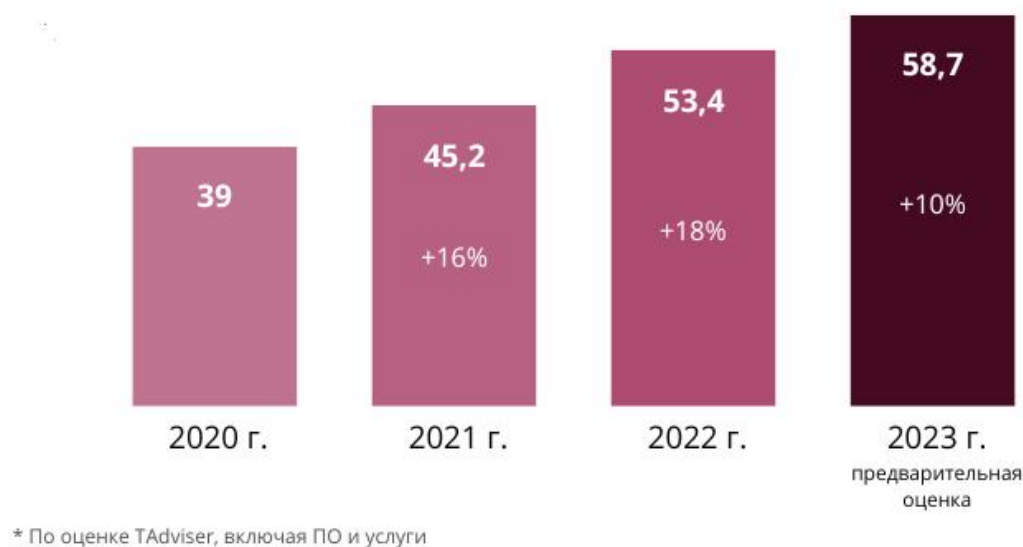


Рис. 4. Объем российского рынка BI-систем в 2020-2023 гг., млн руб. [11]

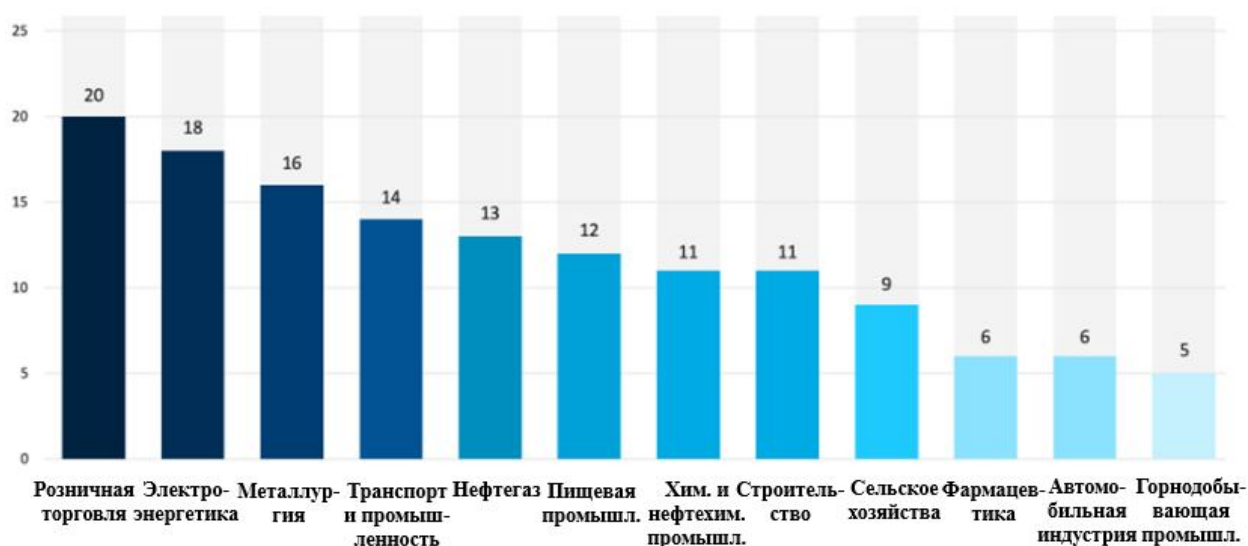


Рис. 5. Количество внедрений по отраслям в 2023 г. [11]

Рост значения аналитики в управлении и развитие интеграции бизнес-процессов организаций, наряду с резким увеличением объемов обрабатываемой информации, значительно ускорили внедрение технологий больших данных. В современных компаниях интеграцией бизнес-процессов занимаются специалисты в области бизнес-анализа [18] и управления проектами [19]. Они тесно взаимодействуют с руководством, разрабатывая план объединения бизнес-процессов, определяя цели, требования и оптимальные пути их интеграции в единую систему.

Для успешного применения технологий Big Data в объединенных бизнес-процессах были определены ключевые инструменты, которые способствуют связанной работе подразделений и сотрудников.

Платформы управления рабочим процессом [20] оптимизируют последовательность действий, автоматизируют рутинные операции и управляют сложными процессами, задействующими несколько отделов. Среди используемых технологий Big Data выделяются NoSQL-базы данных [21], кластерные системы, визуализация данных и технологии машинного обучения и искусственного интеллекта.

Системы управления проектами и задачами обеспечивают контроль над задачами и их распределением между сотрудниками. Здесь применяется модель распределённых вычислений MapReduce [22], позволяющая обрабатывать большие массивы данных через параллельную обработку их частей с последующим объединением результатов.

Интеграционные платформы связывают различные внутренние системы и приложения, обеспечивая эффективную передачу данных и снижая потребность в ручном вводе. Примеры технологий – распределенные хранилища данных Hadoop и Apache Spark [23], поддерживающие масштабируемость и быстрый доступ к информации.

Чат-боты и виртуальные помощники на базе генеративных моделей, таких как GPT, автоматизируют обработку запросов клиентов, снижая нагрузку на сотрудников. Они взаимодействуют с системами компании, предоставляя персонализированную поддержку и рекомендации. Например, чат-бот Dialogflow [24], используемый индийским агрегатором PolicyBazaar, помогает клиентам выбирать подходящие страховые продукты. Аналогичный чат-бот «Алёна» компании «М.Видео» уве-

личивает продажи аксессуаров и услуг [25] благодаря индивидуальным рекомендациям.

Эти технологии демонстрируют, как Big Data способствует трансформации бизнес-процессов, повышая их эффективность, точность и ориентацию на потребности клиентов.

Аналитические платформы и панели управления необходимы для осуществления сбора, анализа и визуализации данных о бизнес-процессах. Они позволяют принимать информированные решения по данным о производительности, эффективности и других ключевых показателях. Примером аналитической платфор-

мы, использующей технологии Big Data, является система аналитики Tibco Spotfire [26], реализованная на основе искусственного интеллекта. Её интерфейс позволяет работать как с небольшими наборами данных, так и с многотерабайтными кластерами больших данных: показания датчиков, информация из социальных сетей, точки продаж или геолокационные источники.

Затем для определения комплексной оценки эффективности интеграции бизнес-процессов в производстве нами был выполнен расчет посредством применения формулы, включающей ряд ключевых показателей:

$$E_{\text{интегр}} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \cdot \left(\frac{K_{i \text{ вн}} - K_{i \text{ до}}}{K_{i \text{ до}}} \right)) + \alpha \cdot \frac{\Delta T_{\text{общ}}}{T_{\text{до}}} + \beta \cdot \frac{\Delta Q}{Q_{\text{до}}} + \gamma \cdot \frac{\Delta C_{\text{кач}}}{C_{\text{кач}}}}{n},$$

где $E_{\text{интегр}}$ – комплексная эффективность интеграции бизнес-процессов; W_i – весовой коэффициент для i -го бизнес-процесса (учитывает важность каждого бизнес-процесса в общей системе); $K_{i \text{ вн}}$ – ключевой показатель эффективности после интеграции для i -го бизнес-процесса; $K_{i \text{ до}}$ – ключевой показатель эффективности до интеграции для i -го бизнес-процесса; $\Delta T_{\text{общ}}$ – изменение общего времени выполнения всех процессов после интеграции; $T_{\text{до}}$ – общее время выполнения всех процессов до интеграции; ΔQ – изменение общего объема производства или услуги, вызванное интеграцией; $Q_{\text{до}}$ – общий объем производства до интеграции; $\Delta C_{\text{кач}}$ – изменение показателя качества или соответствия стандартам продукции после интеграции; $C_{\text{кач}}$ – базовый показатель качества продукции до интеграции; α, β, γ – коэффициенты, отражающие значимость улучшения времени, объема и качества в общей оценке эффективности интеграции.

Так, для реализации расчета авторами было определено два бизнес-процесса – производство комплектующих и сборка продукции, включающие в себя нижеуказанные входные данные.

Ключевые показатели эффективности для каждого процесса до и после интеграции:

- $K_{1 \text{ до}} = 50$, $K_{1 \text{ вн}} = 65$;
- $K_{2 \text{ до}} = 70$, $K_{2 \text{ вн}} = 90$.

Весовые коэффициенты W_1 и W_2 для процессов:

- $W_1 = 0,4$;
- $W_2 = 0,6$.

Общее время выполнения процессов до и после интеграции:

- $T_{\text{до}} = 500$ ч;
- $T_{\text{вн}} = 400$ ч.

Объем производства до и после интеграции:

- $Q_{\text{до}} = 1000$ ед.;
- $Q_{\text{вн}} = 1200$ ед.

Показатель качества продукции до и после интеграции:

- $C_{\text{кач. до}} = 85\%$;
- $C_{\text{кач. вн}} = 90\%$.

Коэффициенты значимости улучшений:

- $\alpha = 0,3$;
- $\beta = 0,4$;
- $\gamma = 0,3$.

Подставляя соответствующие значения из компонентов формулы, было получено:

– первый член суммы:

$$\sum_{i=1}^2 \left(W_i \cdot \left(\frac{K_{i\text{ вн}} - K_{i\text{ до}}}{K_{i\text{ до}}} \right) \right) =$$

$$= 0,4 \cdot \frac{65 - 50}{50} + 0,6 \cdot \frac{90 - 70}{70} =$$

$$= 0,4 \cdot 0,3 + 0,6 \cdot 0,2857 =$$

$$= 0,12 + 0,1714 = 0,2914;$$

– второй член (время выполнения):

$$\alpha \cdot \frac{\Delta T_{\text{общ}}}{T_{\text{до}}} = 0,3 \cdot \frac{500 - 400}{500} =$$

$$= 0,3 \cdot 0,2 = 0,06;$$

– третий член (объем производства):

$$\beta \cdot \frac{\Delta Q}{Q_{\text{до}}} = 0,4 \cdot \frac{1200 - 1000}{1000} =$$

$$= 0,4 \cdot 0,2 = 0,08;$$

– четвертый член (качество продукции):

$$\gamma \cdot \frac{\Delta C_{\text{кач}}}{C_{\text{кач}}} = 0,3 \cdot \frac{90 - 85}{85} =$$

$$= 0,3 \cdot 0,0588 = 0,0176;$$

– выполнив расчет итогового показателя $E_{\text{интегр}}$, получим

$$E_{\text{интегр}} = 0,2914 + 0,06 + 0,08 +$$

$$+ 0,0176 = 0,449.$$

Таким образом, итоговый показатель эффективности интеграции бизнес-процессов в производство составляет $E_{\text{интегр}} = 0,449$, что указывает на общий

рост эффективности примерно на 44,9%. Однако внедрение больших данных в расчет эффективности интеграции бизнес-процессов позволит точнее учитывать множество показателей, а также динамически анализировать их взаимосвязи. Для этого необходимо усовершенствовать формулу, добавив к основным компонентам расчетов возможность учитывать:

– отклонения показателей в зависимости от больших данных, таких как изменения в спросе, производственных условиях и временных трендах с помощью коэффициента адаптивности данных A_i ;

– интеграцию предиктивных моделей для прогнозирования будущих показателей эффективности на основе истории данных посредством фактора предсказательной аналитики P ;

– индекс точности на основе больших данных BD , показывающий качество и глубину данных, собранных в процессе, и отражающий общее качество исходных данных, а также стабильность анализа;

– уровень автоматизации, влияющий на производственные показатели, улучшенные с помощью больших данных, и их предсказуемость путем добавления роботизации процессов R .

Следовательно, усовершенствованная формула будет преобразована следующим образом:

$$E_{\text{интегр-BD}} = \left(\sum_{i=1}^n \left(W_i \cdot \frac{K_{i\text{ вн}} - K_{i\text{ до}}}{K_{i\text{ до}}} \cdot A_i \right) \right) + \alpha \cdot \frac{\Delta T_{\text{общ}}}{T_{\text{до}}} + \beta \cdot \frac{\Delta Q}{Q_{\text{до}}} + \gamma \cdot \frac{\Delta C_{\text{кач}}}{C_{\text{кач}}} + P \cdot BD \cdot R,$$

где A_i – коэффициент адаптивности данных для каждого процесса i (в зависимости от больших данных коэффициент учитывает адаптацию бизнеса к изменениям, таким как сезонные колебания и колебания спроса; значение подбирается для каждого процесса на основании его чувствительности к внешним факторам); $P \cdot BDP$ – фактор предсказательной аналитики и индекс точности на основе больших данных (позволяет оценить, насколько точны прогнозы будущей эф-

фективности на основании исторических данных и современных трендов; этот фактор используется для корректировки итогового показателя в сторону надежности прогнозов); R – уровень автоматизации и роботизации (чем выше степень внедрения цифровых решений, тем выше эффективность производства, так как процессы становятся более предсказуемыми и контролируемыми).

Исходя из вышеуказанных коэффициентов нами был выполнен расчет по

новой формуле со следующими входными данными:

Коэффициенты адаптивности данных А:

– $A_1 = 1,1$;

– $A_2 = 1,2$.

$$\sum_{i=1}^2 \left(W_i \cdot \left(\frac{K_{i\text{ вн}} - K_{i\text{ до}}}{K_{i\text{ до}}} \cdot A_i \right) \right) = 0,4 \cdot \frac{65 - 50}{50} \cdot 1,1 + 0,6 \cdot \frac{90 - 70}{70} \cdot 1,2 = \\ = 0,4 \cdot 0,3 \cdot 1,1 + 0,6 \cdot 0,2857 \cdot 1,2 = 0,132 + 0,2057 = 0,3377.$$

Для оставшихся компонентов:

– второй член = 0,06;

– третий член = 0,08;

– четвертый член = 0,0176;

– фактор больших данных:

$$P \cdot BD \cdot R = 1,15 \cdot 0,95 \cdot 1,3 = 1,42225.$$

Опираясь на вышеозначенные компоненты, нами был определен итоговый показатель эффективности:

$$E_{\text{интегр-BD}} = 0,3377 + 0,06 + 0,08 + \\ + 0,0176 + 1,42225 = 1,91755.$$

Так, в соответствии с представленным расчетом, произведенным по усовершенствованной формуле, показатель эффективности интеграции с учетом больших данных составил 1,91755, что демонстрирует более обширное использование цифровых данных для повышения точности оценки и прогнозирования процессов.

Выводы

Подводя итоги проведенного исследования, можно констатировать, что развитие технологий больших данных обусловлено стремительным ростом количества информации в цифровой среде, предполагая формирование новых подходов, так как обычные методы обработки данных перестали справляться с текущими объемами.

В мировом масштабе Big Data становится движущей силой инноваций, преобразуя отрасли и создавая новые воз-

Фактор предсказательной аналитики $P = 1,15$.

Индекс точности на основе больших данных $BD = 0,95$.

Уровень автоматизации $R = 1,3$.

Рассчитав каждый компонент по новой формуле, было получено

возможности для бизнеса и общества. Так, в настоящее время США и Китай являются лидерами в применении Big Data, а Европа активно внедряет защиту данных и приватности, что влияет на обработку и использование данных.

В России эти технологии также находятся в активной стадии развития, хотя и сталкиваются с такими вызовами, как адаптация зарубежных технологий и необходимость развития образования с последующим повышением квалификации специалистов в сфере Big Data. Анализируя тенденцию цифрового потенциала России, стоит выделить крупные компании и государственные структуры, которые все больше экспериментируют с Big Data, особенно в отраслях розничной торговли, электроэнергетики и металлургической промышленности.

В 2021 г. в России был принят первый национальный стандарт в области работы с большими данными, что стало важным шагом в формировании нормативной базы в этой сфере. В 2023 г. стартовал государственный проект, основанный на использовании технологий искусственного интеллекта. Одним из ключевых компонентов проекта является создание фабрики больших данных, предназначенной для накопления и структурирования датасетов. Эти инициативы подчеркивают стремление к систематизации и правовому регулированию процессов сбора, обработки и использования

данных как в коммерческом, так и в государственном секторах.

Внедрение технологий Big Data в бизнес-интеграцию направлено на улучшение скорости и качества управленческих решений. Одним из основных преимуществ применения этих технологий является значительное повышение прозрачности бизнес-процессов, что позволяет более эффективно планировать и внедрять цифровые решения. Это приводит к экономическим выгодам, таким как снижение операционных затрат, повышение точ-

ности прогнозирования и оптимизация процессов управления.

Таким образом, использование Big Data становится ключевым элементом стратегического развития компаний, способствуя повышению конкурентоспособности на рынке. Анализ огромных объемов данных стал необходимой мерой для повышения конкурентоспособности предприятий, позволяя успешно адаптироваться на фоне устойчивого социально-экономического развития цифрового мира и достигать высоких результатов в различных областях бизнеса.

Список литературы

1. Селезнева М. В. Подходы к оценке факторов экономического развития // Актуальные вопросы современной экономики. 2024. № 9. С. 216-218.
2. Плахин А. Е., Селезнева М. В. Основы стратегии бизнес-интеграции // Урал-драйвер неоиндустриального и инновационного развития России: сборник трудов конференции. Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2021. С. 268-271.
3. Нигай Е. А. Процесс цифровизации бизнеса: от точечной оцифровки бизнес-процессов к цифровой трансформации // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2022. № 2. С. 134-145.
4. Грузденко П. В. Актуальность внедрения CRM-систем в практику российских компаний // Державинские чтения: материалы XXII Всероссийской научной конференции. Тамбов: Тамбовский государственный университет, 2017. Ч. 2. С. 90-96.
5. Габидуллина Г., Гизатулин Р., Мирсаяпов А. Обоснование и выбор критериев эффективности системы управления персоналом предприятия // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2022. № 1. С. 163.
6. Сулумов И. О., Магомадов М. М., Успаева М. Г. Управленческие характеристики организаций, реализующих радикальные инновационные проекты // Экономика и менеджмент в XXI веке: информационные технологии, биотехнологии, физкультура и спорт: сборник научных статей по итогам работ IV Международного круглого стола. М.: Конверт, 2020. С. 150-153.
7. Илесалиев Д. Рекомендации по организации и управлению складом от А до Z // Логистика. 2018. № 1. С. 18-20.
8. Интересные факты. Фактрум. URL: <https://www.factroom.ru/facts/1430/> (дата обращения: 18.11.2024).
9. Пять примеров того, как Big Data меняет нашу жизнь к лучшему // ТАСС.ru. URL: <https://tass.ru/obschestvo/16108007> (дата обращения: 18.11.2024).
10. Koishibekov M. B., Gordeyeva Ye. A. Big Data and how businesses can use it // Научный альманах Центрального Черноземья. 2022. № 3-7. С. 19-25.
11. Большие данные // TADVISER. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: Большие данные (Big Data) (дата обращения: 24.11.2024).
12. Leading countries by number of data centers as of March 2024 // Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/1228433/data-centers-worldwide-by-country/> (дата обращения: 27.11.2024).

13. Kyuyakhmetov Zh., Mohamed A. H. Big data and benefits in informed decision making in firms // *Universum: технические науки*. 2022. N 4 (97). P. 51-55.
14. Данные в digital-маркетинге // Андата. URL: <https://andata.ru/blog/data/> (дата обращения: 29.11.2024).
15. Зимовец А. В., Климачев Т. Д. Цифровая трансформация производства на российских предприятиях в условиях политики импортозамещения // *Вопросы инновационной экономики*. 2022. Т. 12, № 3. С. 1409-1426.
16. Соколова М. А., Зотова А. А. Характеристика современных BI-систем // *Финансовые рынки и банки*. 2022. № 11. С. 44-48.
17. Новотна И. А., Иванчук О. В. BI-системы: анализ понятия и функциональных возможностей // *Теория и практика общественного развития*. 2023. № 2 (180). С. 90-94.
18. Головкин А. А., Хирная А. В. Бизнес-аналитик как современный востребованный специалист на рынке труда // *Научный дебют 2023: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса*. Петрозаводск: Новая наука, 2023. С. 61-68.
19. Альмухаметов А. И., Дмитриев А. Г. Гибкие методологии управления проектами // *Ученые записки Российской академии предпринимательства*. 2023. Т. 22, № 2. С. 11-17.
20. Мальцев Н. А., Фролов Н. С. Применение платформы на базе искусственного интеллекта для анализа потока медиаданных в режиме реального времени // *Труды Крыловского государственного научного центра*. 2023. № 1. С. 26-32.
21. Байджанова Г. Н., Гараджаева Д. Я. Принципы BASE баз данных NoSQL // *Всемирный ученый*. 2023. Т. 1, № 11. С. 48-53.
22. Черняховский Д. А., Васильев С. Д., Урвачев П. М. Исследование и разработка алгоритмов параллельного программирования // *IV Международная научная конференция по междисциплинарным исследованиям: сборник статей*. Екатеринбург: Институт цифровой экономики и права, 2023. С. 367.
23. Дубачев Д. В., Панарин С. В. Принципы синхронизации данных в распределенных системах. Требования к системам. Проектирование структуры системы // *Актуальные исследования*. 2023. № 48 (178). С. 41-49.
24. Горлова В. В. Технологии применения и создания чат-ботов // *Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXXV Международной научно-практической конференции*. Пенза: Наука и Просвещение, 2023. С. 16-18.
25. О нас // Just AI. URL: <https://just-ai.com/o-kompanii> (дата обращения: 02.11.2024).
26. Roth-Dietrich G., Gröschel M., Reiner B. Comparison of Machine Learning Functionalities of Business Intelligence and Analytics Tools // *Apply Data Science: Introduction, Applications and Projects*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2023. P. 95-118.

References

1. Selezneva M.V. Approaches to the assessment of economic development factors. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki = Current Issues of the Modern Economy*. 2024;(9):216-218. (In Russ.)
2. Plakhin A.E., Selezneva M.V. Fundamentals of business integration strategy. In: *Ural-driver neoindustrial'nogo i innovatsionnogo razvitiya Rossii: sbornik trudov konferentsii = Ural-the driver of neoindustrial and innovative development of Russia: Proceedings of the Conference*. Ekaterinburg: Ural'skii gosudarstvennyi ekonomicheskii universitet; 2021. P. 268-271. (In Russ.)
3. Nigai E.A. The process of digitalization of business: from point digitization of business processes to digital transformation. *ETAP: ekonomicheskaya teoriya, analiz, praktika = STAGE: Economic Theory, Analysis, Practice*. 2022;(2):134-145. (In Russ.)

4. Gruzdenko P.V. The relevance of the introduction of CRM systems into the practice of Russian companies. In: *Derzhavinskie chteniya: materialy XXII Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii*. = *Derzhavin readings: Proceedings of the XXII All-Russian Scientific Conference*. Pt. 2. Tambov: Tambovskii gosudarstvennyi universitet; 2017. P. 90-96. (In Russ.)
5. Gabidullina G., Gizatulin R., Mirsayapov A. Substantiation and selection of criteria for the effectiveness of the personnel management system of the enterprise. *Ekonomika i upravlenie: nauchno-prakticheskii zhurnal* = *Economics and Management: a Scientific and Practical Journal*. 2022;(1):163. (In Russ.)
6. Sulumov I.O., Magomadov M.M., Uspaeva M.G. Managerial characteristics of organizations implementing radical innovative projects. In: *Ekonomika i menedzhment v XXI veke: informatsionnye tekhnologii, biotekhnologii, fizkul'tura i sport: sbornik nauchnykh statei po itogam rabot IV Mnzhdunarodnogo kruglogostola* = *Economics and management in the 21st century: information technologies, biotechnologies, physical education and sports: A collection of scientific articles based on the results of the IV International Round Table*. Moscow: Konvert; 2020. P. 150-153. (In Russ.)
7. Ilesaliev D. Recommendations for the organization and management of a warehouse from A to Z. *Logistika* = *Logistics*. 2018;(1):18-20. (In Russ.)
8. Interesting facts. The fact room. (In Russ.) Available at: <https://www.factroom.ru/facts/1430/> (accessed 18.11.2024).
9. Five examples of how BigData is changing our lives. TACC.ru. (In Russ.) Available at: <https://tass.ru/obschestvo/16108007> (accessed 18.11.2024).
10. Koishibekov M.B., Gordeyeva Ye.A. Big data and how businesses can use it. *Nauchnyi al'manakh tsentral'nogo chernozem'ya* = *Scientific Almanac of the Central Chernozem Region*. 2022;(3-7):19-25. (In Russ.)
11. Big Data. TADVISER. (In Russ.) Available at: <https://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: Большие_данные_(Big_Data) (accessed 24.11.2024).
12. Leading countries by number of data centers as of March 2024. Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1228433/data-centers-worldwide-by-country/> (accessed 27.11.2024).
13. Kyyakhmetov Zh., Mohamed A.H. Big data and benefits in informed decision making in firms. *Universum: tekhnicheskie nauki* = *Universum: Technical Sciences*. 2022;(4):51-55. (In Russ.)
14. Data in digital marketing. Andata. (In Russ.) Available at: <https://andata.ru/blog/data/> (accessed 29.11.2024).
15. Zimovets A.V., Klimachev T.D. Digital transformation of production at Russian enterprises in the context of import substitution policy. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki* = *Issues of Innovative Economics*. 2022;12(3):1409-1426. (In Russ.)
16. Sokolova M.A., Zotova A.A. Characteristics of modern BI-systems. *Finansovye rynki i banki* = *Financial Markets and Banks*. 2022;(11):44-48. (In Russ.)
17. Novotna I.A., Ivanchuk O.V. BI-systems: an analysis of the concept and functionality. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* = *Theory and Practice of Social Development*. 2023;(2):90-94. (In Russ.)
18. Golovko A.A., Hirnaya A.V. Business analyst as a modern sought-after specialist in the labor market. In: *Nauchnyi debyut 2023: sbornik statei Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa* = *Scientific debut 2023: Collection of articles of the International Research Competition*. Petrazavodsk: Novaya nauka; 2023. P. 61-68. (In Russ.)
19. Almukhametov A.I., Dmitriev A.G. Flexible project management methodologies. *Uchenye zapiski Rossiiskoi akademii predprinimatel'stva* = *Scientific Notes of the Russian Academy of Entrepreneurship*. 2023;22(2):11-17. (In Russ.)

20. Maltsev N.A., Frolov N.S. Application of a platform based on artificial intelligence for analyzing the flow of media data in real time. *Trudy Krylovskogo gosudarstvennogo nauchnogo tsentra = Proceedings of the Krylov State Scientific Center*. 2023;(1):26-32. (In Russ.)
21. Baijanova G.N., Garadzhayeva D.Ya. Principles of NoSQL BASE databases. *Vsemirnyi uchenyi = World Scientist*. 2023;1(11):48-53. (In Russ.)
22. Chernyakhovsky D.A., Vasiliev S.D., Urvachev P.M. Research and development of algorithms for parallel programming. In: *IV Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya po mezhdistsiplinaryim issledovaniyam: sbornik statei = IV International Scientific Conference on Interdisciplinary Research: Collection of articles*. Ekaterinburg: Institut tsifrovoy ekonomiki i prava; 2023. P. 367. (In Russ.)
23. Dubachev D.V., Panarin S.V. Principles of data synchronization in distributed systems. System requirements. Designing the system structure. *Aktual'nye issledovaniya = Current research*. 2023;(48):41-49. (In Russ.)
24. Gorlova V.V. Technologies of application and creation of chatbots. In: *Sovremennye nauchnye issledovaniya: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sbornik statei XXXV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Modern scientific research: current issues, achievements and innovations: Collection of articles of the XXXV International Scientific and Practical Conference*. Penza: Nauka i Prosveshchenie; 2023. P. 16-18. (In Russ.)
25. About us. Just AI. (In Russ.) Available at: <https://just-ai.com/o-kompanii> (accessed 02.11.2024).
26. Roth-Dietrich G., Gröschel M., Reiner B. Comparison of Machine Learning Functionalities of Business Intelligence and Analytics Tools. *Apply Data Science: Introduction, Applications and Projects*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2023. P. 95-118.

Информация об авторах / Information about the Authors

Колмыкова Светлана Викторовна, преподаватель многопрофильного колледжа, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, e-mail: s-kolmykova@list.ru

Черкашнев Роман Юрьевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры стратегического развития экономики, Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, e-mail: zakat05@mail.ru

Бажанов Артем Веллович, магистрант кафедры математического моделирования и информационных технологий, Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, e-mail: web@bartwell.ru

Svetlana V. Kolmykova, Lecturer of the Multidisciplinary College, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, e-mail: s-kolmykova@list.ru

Roman Yu. Cherkashnev, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor of the Department of Strategic Economic Development, Tambov State University named after G. R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, e-mail: zakat05@mail.ru

Artem V. Bazhanov, Undergraduate of the Department of Mathematical Modeling and Information Technologies, Tambov State University named after G. R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, e-mail: web@bartwell.ru