

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 2 / 2023, Vol. 15, Iss. 2 <https://esj.today/issue-2-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/87ECVN223.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Жуков, А. О. Автоматизация и цифровая трансформация основных бизнес-процессов промышленных предприятий с помощью искусственного интеллекта / А. О. Жуков, С. В. Пономарева, Н. А. Мерзлякова // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 2. — URL: <https://esj.today/PDF/87ECVN223.pdf>

For citation:

Zhukov A.O., Ponomareva S.V., Merzliakova N.A. Automation and digital transformation of the main business processes of industrial enterprises using artificial intelligence. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(2): 87ECVN223. Available at: <https://esj.today/PDF/87ECVN223.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России по теме «Развитие методологии производства продукции двойного назначения высокотехнологичными компаниями России с использованием элементов искусственного интеллекта в условиях цифровизации экономики и санкционного давления» № 123011600034-3

Жуков Александр Олегович

ФГБНУ «Аналитический центр», Москва, Россия
Заместитель директора по научной работе
Доктор технических наук, профессор
E-mail: aozhukov@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=667117

Пономарева Светлана Васильевна

ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия
Доцент кафедры «Экономика и управление промышленным производством»
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: psvpon@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=412796

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAH-4995-2021>

Мерзлякова Наталья Андреевна

ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия
Аспирант кафедры «Экономика и управление промышленным производством»
E-mail: plaksina13@gmail.com

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=886191

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/X-2467-2019>

Автоматизация и цифровая трансформация основных бизнес-процессов промышленных предприятий с помощью искусственного интеллекта

Аннотация. В статье проведен анализ особенностей автоматизации и цифровой трансформации основных бизнес-процессов промышленных предприятий под влиянием цифровой экономики и искусственного интеллекта. Актуальность темы цифровой трансформации бизнес-процессов промышленных предприятий связана с тем, что за счёт неё можно повысить эффективность деятельности отдельной компании и всей отрасли. Научная проблема исследования заключается в том, что появляются новые явления в сфере информационных технологий, которые требуют развития других направлений науки и практического применения её результатов. Целью исследования является создание новой нотации, повышающей эффективность основных производственных бизнес-процессов

промышленных предприятий. Объектом исследования являются промышленные предприятия Российской Федерации. Предметом исследования является автоматизация и трансформация основных производственных бизнес-процессов под влиянием искусственного интеллекта и цифровизации экономики. В статье рассматриваются актуальные проблемы процесса цифровой трансформации промышленных предприятий. Методы исследования и научного познания материалов: анализ, дедукция, индукция, моделирование и прочие. В статье авторы проводят анализ процесса цифровой трансформации основных производственных бизнес-процессов крупных промышленных предприятий; представлен PEST-анализ внутренних и внешних факторов, влияющих на осуществление цифровой трансформации бизнес-процессов промышленного предприятия. Перспективы дальнейших исследований авторы видят в разработке методического инструментария в сфере моделирования основных производственных бизнес-процессов промышленных предприятий. Авторы прогнозируют появление на рынке ИТ-услуг новых нотаций, языков программирования, программных продуктов по моделированию основных производственных бизнес-процессов промышленных предприятий различных сфер деятельности: добывающей, перерабатывающей, электроэнергетики. Авторы предлагают принципиально новую нотацию для моделирования основных производственных бизнес-процессов перерабатывающих предприятий нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: бизнес-процесс; промышленное производство; цифровизация; автоматизация; искусственный интеллект; нефтегазовая отрасль; нотация

Вступление

Актуальность темы автоматизации и цифровой трансформации бизнес-процессов промышленных предприятий связана с тем, что за счёт них можно повысить эффективность деятельности отдельной компании и всей отрасли. Научная проблема заключается в том, что появляются новые явления в сфере информационных технологий, которые требуют развития других направлений науки и практического применения её результатов. Целью является создание новой нотации, повышающей эффективность основных производственных бизнес-процессов промышленных предприятий. Первая задача исследования — изучить научную полемику на тему цифровой трансформации бизнес-процессов промышленных предприятий. Вторая задача исследования — провести PEST-анализ внутренних и внешних факторов цифровой трансформации производственных бизнес-процессов. Третья задача исследования — описать принципиально новую нотацию.

Объектом исследования являются промышленные предприятия Российской Федерации. Предметом исследования является автоматизация и трансформация основных бизнес-процессов под влиянием искусственного интеллекта и цифровизации экономики. Гипотеза исследования: внедрение искусственного интеллекта в основной бизнес-процесс промышленного предприятия может повысить эффективность производства готовой продукции, минимизировать расходы, что приведёт к увеличению производительности труда и конкурентоспособности предприятия на рынке.

Обзор литературы

Тема цифровой трансформации бизнес-процессов промышленных предприятий широко раскрыта в работах российских и зарубежных учёных: Арутюнян Л.В., Косова Г.Ф. [1], Баулина Н.С., Мишина А.А., Приколота Т.А. [2], Бережная О.В., Еремеева В.А. [3], Быкова Н.А. [4], Городилов М.А., Ощепков А.М. [5], Дёгтев Г.В. [6], Зубаков Г.В., Лев О.Р. [7], Мыслякова Ю.Г., Усова Н.В. [8], Сидорчук Р.Р. [9], Шевченко Д.А., Михайлов В.В. [10],

Бонсон Э., Лаворато Д., Ламболья Р., Манчини Д. [11], Чавес Вальдивия А.К. [12], Денкенбергер Д., Сандберг А., Тиман Р.Дж., Пирс Дж.М. [13], Хе Л., Бай Л., Дионисиу Д.Д., Вэй З., Спинни Р., Чу С., Линь З., Сяо Р. [14], Хан М., Мехран М.Т., Хак З.У., Улла З., Накви С.Р., Ихсан М., Аббас Х. [15], Паз С.А. [16], Пессач Д. [17], Ричардсон Дж.П., Смит К., Кертис С., Уотсон С., Чжу Х., Барри Б., Шарп Р.Р. [18], Ван Х., Чжоу Ю., Чжоу Б., Нью Х., Чжан Х., Ван З. [19] и др.

Авторы Л.В. Арутюнян, Г.Ф. Косова видят необходимость цифровой трансформации в работе с персональными данными по психологическому состоянию людей по причине роста численности населения планеты [1].

Исследователи О.В. Бережная, В.А. Еремеева доказали необходимость цифровой трансформации на фоне распространения COVID-19 на стыке социальных и технических проблем [2].

Исследователи в области экономики М.А. Городилов, А.М. Ощепков раскрывают в своей работе особенности технологического цикла, кибер-физических систем (организаций), эволюционных изменений управленческой модели [5].

Авторы Г.В. Зубаков, О.Р. Лев изучили необходимость цифровой трансформации логистических поставок авиационного транспорта: взаимосвязи участников процесса, субъекты процесса [7].

Авторы Ю.Г. Мыслякова, Н.В. Усова рассматривают цифровую трансформацию российского образования в регионах и считают глобальные вызовы условием трансформации образовательных услуг высших учебных заведений [8].

Методы и материалы

В процессе подбора, анализа и синтеза научного материала были применены следующие теоретические подходы к обработке и обобщению информации: системный, комплексный, инновационный, нормативный и пр.

Данное исследование проводилось при помощи следующих методов научного познания материалов: теоретических (моделирование; анализ; дедукция) и математических (программирование; статистические методы; сетевое моделирование).

Степень изученности материалов исследования. Современные учёные выделяют широкий спектр актуальных проблем для цифровых решений. Для большинства существующих компаний значимой задачей является цифровая трансформация бизнеса.

Результаты

Сложность трансформации бизнеса заключается в том, что владельцы бизнеса зачастую не знают верной последовательности действий при её осуществлении. Существующие стратегии цифровой трансформации требуют адаптации с учётом новых явлений: роботизация, технолизация и др. Можно прогнозировать появление новых стратегий.

Управление HR-процессами зачастую осуществляется вручную. Их автоматизация позволит повысить эффективность бизнес-процессов в виде повышения качества, скорости, снижения затрат. Экономический кризис в период распространения COVID-19 повысил необходимость цифровой трансформации бизнес-процессов.

При планировании проведения цифровой трансформации бизнес-процессов необходимо рассчитать её экономический эффект. В большинстве случаев на сегодняшний день универсальных метрик для этого расчёта не существует, поэтому каждая компания выбирает их индивидуально. Также компании могут столкнуться со сложностью сбора показателей по выбранным метрикам в одну систему.

Компания также может столкнуться со сложностью осуществления цифровой трансформации на этапе перехода от одного этапа организационного развития к другому.

Автоматизация и цифровая трансформация бизнес-процессов помогает отследить отклонения и изменения в отдельных бизнес-процессах работы предприятия, оптимизировать деятельность компании во всех её аспектах.

В процессе цифровой трансформации бизнес-процессов предприятия играют важную роль следующие явления:

- культура честного и открытого общения при взаимодействии всех участников цифровой трансформации между собой;
- человеческие ресурсы и уровень компетенций всех участников процесса цифровой трансформации;
- эффективное взаимодействие всех элементов цифровой трансформации между собой и грамотный подбор инструментов для её осуществления;
- регулярная оптимизация процесса цифровой трансформации: поиск резервов повышения её эффективности, внедрение новых технологий;
- организация грамотной работы с данными: обеспечение доступа к данным для всех участников цифровой трансформации в режиме реального времени, эффективное управление компьютерной безопасностью.

Модель автоматизации и цифровой трансформации бизнес-процессов должна быть гибкой: на национальном и внутрифирменном уровне регулярно происходят различные изменения, рекомендуется минимизировать их негативное влияние.

Основной тренд автоматизации и цифровой трансформации основных бизнес-процессов в 2023 г. в России — устранение негативных последствий влияния политических факторов на национальную экономику, усиление оборонно-промышленного комплекса. Следующим трендом в 2024 г. можно прогнозировать усиление новых современных технологий цифровой трансформации бизнес-процессов: роботизация, автоматизация, внедрение искусственного интеллекта. В 2025 году можно прогнозировать появление новых явлений.

Актуальными направлениями цифровой трансформации бизнес-процессов является развитие оперативного и тактического планирования. При прогнозировании показателей цифровой трансформации стоит учитывать краткосрочные и временные задачи, в том числе с помощью искусственного интеллекта.

Современные учёные [20; 21] выделяют информационный процесс цифровой трансформации. Он отслеживает движение информации, данных. При его планировании также стоит учитывать оперативное и тактическое планирование.

Важным аспектом цифровой трансформации бизнес-процессов является цифровой процесс, который включает в себя передачу, хранение и использование данных. К его формированию также стоит применять оперативное и тактическое планирование.

Оценку эффективности проведения цифровой трансформации бизнес-процессов предприятиям авторами рекомендуется проводить на основе оценки цифрового потенциала компании и анализа этого показателя в динамике. Также возможно проведение анализа показателей в разрезе отдельных подразделений предприятия.

Для каждого предприятия рекомендуется индивидуальный подход к проведению цифровой трансформации бизнес-процессов. Для выбора подходящих решений нужен сбор передовых практик цифровой трансформации бизнес-процессов и выбор наиболее подходящих для предприятия по различным критериям.

Некоторые предприятия используют цветовые решения для удобства моделирования бизнес-процессов. Они облегчают зрительное восприятие модели. Цветовые решения используются не только в моделировании бизнес-процессов, но и в производстве деталей, например, в компании Siemens.

На сегодняшний день среди стран с наиболее высокими темпами цифровой трансформации бизнес-процессов можно выделить Японию, Китай, США, Германию.

На эффективность цифровой трансформации бизнес-процессов предприятия оказывают влияние внутренние и внешние факторы. К внутренним факторам относятся уровень компетенции сотрудников, техническая оснащённость предприятия, эффективность организации производственных бизнес-процессов. К внешним факторам относятся политическая и экономическая ситуация в стране.

В таблице 1 представлен PEST-анализ внешних факторов цифровой трансформации бизнес-процессов предприятия в 2023 году.

Таблица 1

PEST-анализ внешних факторов цифровой трансформации бизнес-процессов предприятия

1. Политические факторы	2. Экономические факторы
1.1. Напряжённые отношения России с другими странами на фоне конфликта с Украиной. Мобилизация работников российских компаний или членов их семей. 1.2. Уход многих зарубежных компаний с российского рынка по политическим причинам. Снижение уровня конкуренции на рынке. 1.3. Применение санкций зарубежных стран к российским компаниям и гражданам. Закрытие выхода части российских компаний на зарубежные рынки.	2.1. Рост стоимости трудовых ресурсов, необходимых для проведения цифровой трансформации на российском рынке. 2.2. Рост стоимости технического оснащения цифровой трансформации бизнес-процессов. 2.3. Рост стоимости программного обеспечения на российском рынке.
3. Социальные факторы	4. Технологические и технические
3.1. Негативное влияние событий на международной арене на психическое состояние работников российских компаний. 3.2. Возможен поиск новых работников среди потерявших рабочее место по причине ухода компаний с российского рынка. 3.3. Экономический эффект от цифровой трансформации бизнес-процессов позволяет обеспечить привлеченных работников заработной платой выше среднего по России.	4.1. На рынке программного обеспечения России регулярно появляются новые продукты, позволяющие снижать временные, трудовые и финансовые затраты на автоматизацию и цифровую трансформацию бизнес-процессов (в том числе с помощью искусственного интеллекта). 4.2. На рынке появляются новые модели техники, есть возможность развивать техническое оснащение предприятий. 4.3. Учёные создают новые технологии, которые компании могут внедрять в работу.

Разработано авторами

В таблице 2 представлен PEST-анализ внутренних факторов цифровой трансформации предприятия.

Таблица 2

**PEST-анализ внутренних факторов
автоматизации и цифровой трансформации предприятия**

1. Политические факторы	2. Экономические факторы
1.1. Риск потери трудовых ресурсов по причине мобилизации. 1.2. Появление возможности выхода на новые рынки вместо ушедших с российского рынка компаний. 1.3. Риск закрытия выхода на зарубежные рынки.	2.1. Повышение затрат на трудовые ресурсы. 2.2. Повышение затрат на технические нужды. 2.3. Повышение затрат на программное обеспечение.
3. Социальные факторы	4. Технологические и технические факторы
3.1. Напряжённая психологическая обстановка внутри компании. 3.2. Повышение возможности привлечения новых квалифицированных специалистов. 3.3. Возможность выделения достаточного уровня финансирования на покрытие трудовых затрат на цифровую трансформацию бизнес-процессов за счёт выгоды от её внедрения.	4.1. Снижение уровня финансовых, временных и трудовых затрат на цифровую трансформацию бизнес-процессов и повышение её качества за счёт развития программного обеспечения. 4.2. Снижение уровня затрат на цифровую трансформацию бизнес-процессов и повышение её качества за счёт развития технического оснащения компании. 4.3. Снижение уровня расходов и повышение качества цифровой трансформации бизнес-процессов за счёт развития используемых технологий и искусственного интеллекта.

Разработано авторами

Для оценки уровня организации трансформации бизнес-процессов можно использовать балльную систему оценки от 1 до 5 баллов, где 1 — минимальная оценка, 5 — максимальная оценка, баллы суммируются. Для оценки можно использовать критерии:

1. Уровень квалификации работников, участвующих в процессе цифровой трансформации бизнес-процессов.
2. Уровень программного обеспечения цифровой трансформации бизнес-процессов.
3. Уровень технического оснащения цифровой трансформации бизнес-процессов.
4. Уровень используемых в цифровой трансформации бизнес-процессов технологий.

При планировании и проведении цифровой трансформации бизнес-процессов следует учитывать, к какому рынку относится компания. Компании рынков B2B и B2C могут варьировать условия договора оказания услуг, продажи продукции: изменять условия договора по периоду оплаты, доставке товара, производству комплектующих товаров, оказанию сопутствующих услуг. При этом стоит отметить, что у компании рынка B2B резерв для изменения условий договора может быть больше, так как после продажи может быть большое количество звеньев в цепи до конечного потребителя.

Выявить резервы повышения прибыли при цифровой трансформации бизнес-процессов на рынке B2B можно посредством деловых переговоров и коммерческих предложений предприятиям-покупателям.

На рынке B2C можно выявить резервы повышения прибыли за счёт опросов и анкетирования клиентов.

На рынке нефтегазовых предприятий покупателями или подрядчиками могут быть как юридические, так и физические лица. При этом компания может выполнять задачи по добыче, переработке, продаже готовой продукции физическим и юридическим лицам (например, это относится к предприятию ПАО «ЛУКОЙЛ»).

Среди современных нотаций описания бизнес-процессов можно выделить: простая блок-схема, блок-схема с дорожками, IDEF0, VAD, EPC, BPMN.

Обоснованием применения EPC является описание бизнес-процессов нижнего уровня, так как она позволяет детально отображать события.

На сегодняшний день ключевым звеном в цифровой трансформации бизнес-процессов предприятия является бизнес-аналитик. Его ключевая задача — моделирование бизнес-процессов в нотациях. На основе этих моделей создаются программные продукты или подбираются готовые решения и внедряются в работу предприятия.

Цифровая трансформация бизнес-процессов в сфере нефтегазовых предприятий является частью четвертой индустриальной революции — INDUSTRY 4.0. В промышленных бизнес-процессах это — продвинутые роботы, аддитивное производство, цифровые двойники и моделирование. В транспортных и логистических процессах это — электронные диспетчеры, общее использование ресурсов, оптимизация операций в режиме реального времени. В потребительском секторе это — онлайн-взаимодействие с потребителем, индивидуализация и таргетированность, рост числа поставщиков и взаимодействие потребитель-потребитель.

Главные цели цифровой трансформации бизнес-процессов:

1. Повышение качества бизнес-решений.
2. Повышение уровня качества готового продукта, в том числе сервиса.
3. Внедрение инновационных решений в деятельность компаний.
4. Быстрая реакция компании на внешние изменения.
5. Выход компании за рамки традиционных бизнес-операций.
6. Переход на новые бизнес-модели с использованием цифровых технологий и искусственного интеллекта.
7. Применение новых операционных задач за счёт внедрения цифровых решений.
8. Новые и уже существующие данные в цифровом формате.
9. Применение искусственного интеллекта.

К внутренним задачам цифровой трансформации бизнес-процессов относятся:

1. Развитие цифровых кадров.
2. Создание системы управления ньюкейсами¹.
3. Создание модели управления цифровыми технологиями внутри компании.
4. Ускорение бизнес-процессов с помощью искусственного интеллекта.
5. Роботизация операций (является проявлением капитализации знаний).
6. Создание цифровой платформы и среды для разработки и внедрения решений.

Во время четвёртой промышленной революции, на национальном уровне, продолжает работать правило кривой Лаффера. На объём налогового бюджета негативно влияют теневая экономика и компании, зарегистрированные в оффшорных зонах.

¹ Система управления ньюкейсами (англ. «case Management System») — это программа или онлайн-сервис, который позволяет организовать процесс сбора, хранения, анализа и использования ньюкейсов.

На сегодняшний день активно развивается цифровизация в Китае, Японии. Позиции США и Швейцарии снижаются в различных рейтингах по цифровым показателям [22].

Авторы предлагают осуществлять цифровую трансформацию основных производственных бизнес-процессов перерабатывающих нефтегазовых предприятий на основе методики, которая включает в себя использование принципиально новой нотации.

Для использования методики предлагается выбор любой программы, созданной для моделирования бизнес-процессов в нотациях.

На рисунке 1 представлен процесс выбора диаграммы блок-схемы «Crossfunctionalflowchart 1» в программе diagrams.net.

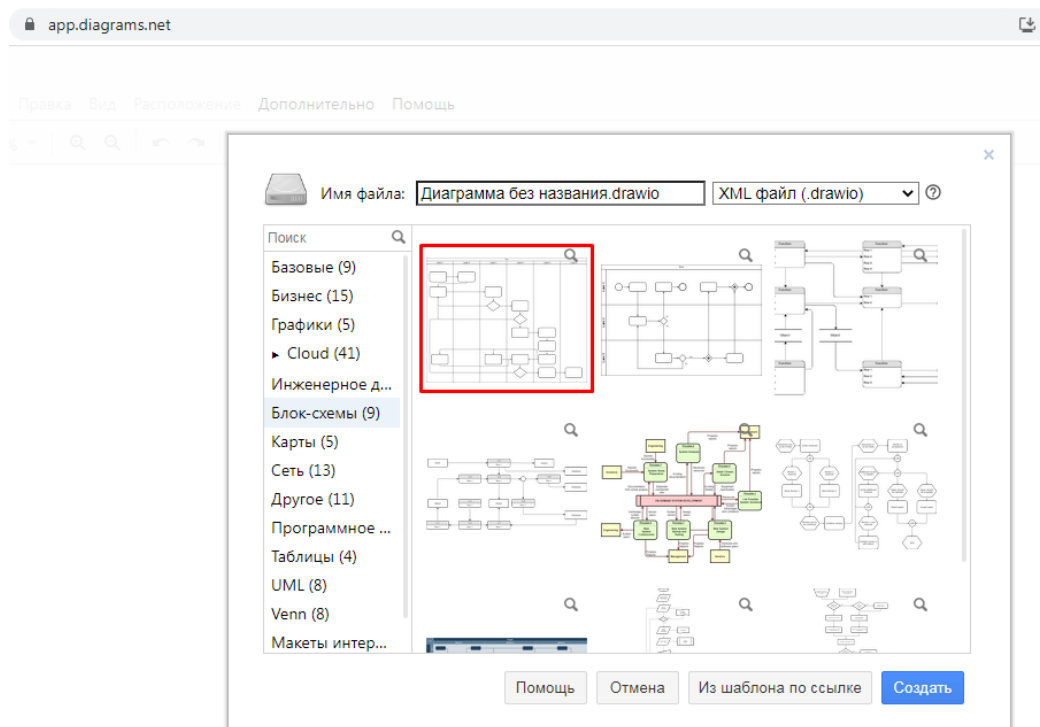


Рисунок 1. Выбор диаграммы блок-схемы «Crossfunctionalflowchart 1» в программе diagrams.net (разработано авторами)

После выбора вида диаграммы создается сама диаграмма. Моделируется бизнес-процесс. Условные обозначения блоков представлены ниже. Они означают обычный склад, производственную линию, фасовку, склад готовой продукции.

На рисунке 2 представлена модель основных производственных бизнес-процессов перерабатывающих предприятий нефтегазовой отрасли. Сущности могут объединяться и разделяться.

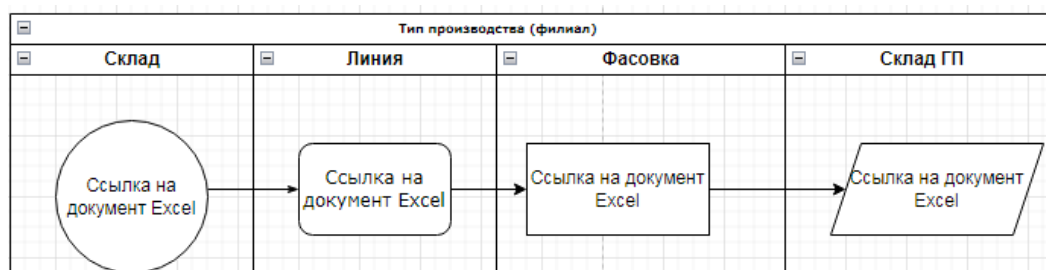


Рисунок 2. Принципиально новая нотация моделирования основных производственных бизнес-процессов промышленных предприятий (разработано авторами)

Блок содержит ссылку на документ. Документ может содержать информацию, как о продукции, так и о складе/установке. В нём могут быть указаны: наименования продукции, дата начала и окончания периода действия, тип установки, режим, max и min производительность в %, доля сырья/продукта в пределах режима в %, график ремонтов.

Далее представлен пример файла, содержащего информацию о сущностях, их атрибуты и данные по ним (рис. 3 и 4).

	A	B	C	D	E
1	Наименование	Объем	Дата начала хранения	Дата окончания хранения	Тип склада
2					

Рисунок 3. Фрагмент документа, содержащего информацию о хранении сырья на складе (разработано авторами)

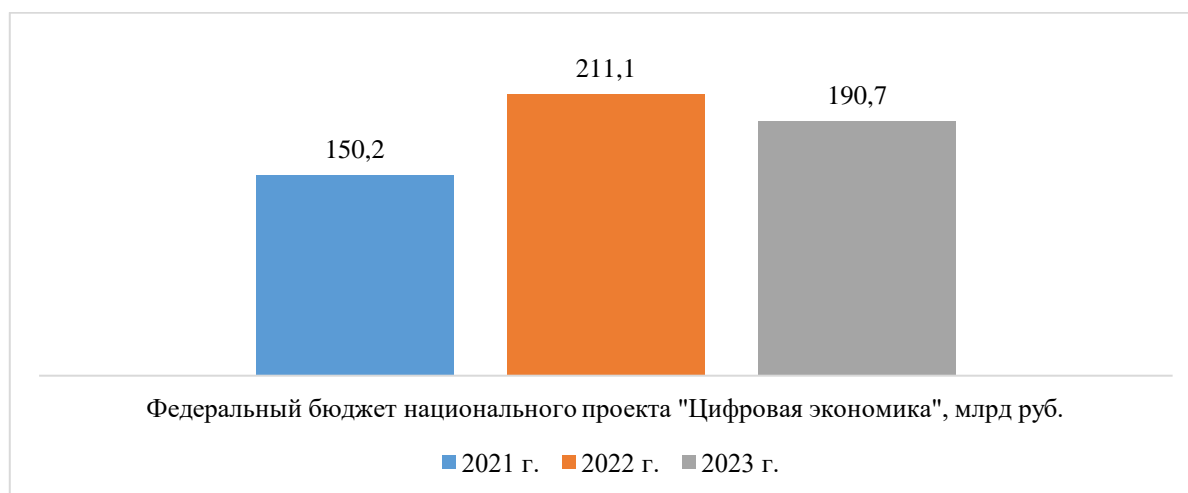


Рисунок 4. Проект федерального бюджета национального проекта «Цифровая экономика» на 2021–2023 гг.²

Цифровая трансформация имеет значительную государственную поддержку со стороны государства в России. Общий бюджет национального проекта «Цифровая экономика» составляет 552 млрд руб. Крупнейшие IT-поставщики по выручке 2021 года в России: OCSDistribution, Марвел-Дистрибуция, Softline³

Государство выделяет финансирование на цифровую трансформацию различных отраслей.

² TADVISOR. Режим доступа URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Финансирование_программы_Цифровая_экономика (дата обращения: 15.02.2022).

³ CNews. Режим доступа URL: https://www.cnews.ru/reviews/rynok_it_itogi_2021/articles/vyruchka_uchastnikov_yub_ilejnogo_rejtinga (дата обращения: 15.02.2022).

Рассмотрим бюджеты федеральных проектов «Цифровая экономика» на 2021–2023 гг.:

- «Цифровое государственное управление» — 268,7 млрд руб.;
- «Цифровая инфраструктура» — 126,7 млрд руб.;
- «Цифровые технологии» — 80,6 млрд руб.;
- «Цифровая экономика» — 39,2 млрд руб.;
- «Информационная безопасность» — 19,85 млрд руб.;
- «Искусственный интеллект» — 16,6 млрд руб.;
- «Нормативное регулирование цифровой среды» — 0,54 млрд руб.⁴

В цифровой трансформации бизнес-процессов играет значительную роль искусственный интеллект. Существует биологический и искусственный интеллект. Искусственный интеллект подразделяют на машинное обучение и глубокое обучение.

Цифровизация производственных процессов является следующим этапом после автоматизации. Также на сегодняшний день увеличиваются темпы роботизации.

Основные составляющие цифровой информации:

- пользователи продуктов цифровой экономики;
- новые технологические инструменты анализа, как отдельных бизнес-процессов, так и модели управления в целом;
- результаты успешного внедрения информационной цифровой экономики.

На сегодняшний день можно встретить ситуацию, когда согласования, оформление документов, передача информации по определенному продукту может длиться дольше, чем процесс самого изготовления.

При планировании и проведении цифровой трансформации бизнес-процессов также следует учитывать их вид: основные; вспомогательные; обслуживающие; управленческие. Также встречается выделение информационного бизнес-процесса.

В связи с появлением необходимости проведения автоматизации и цифровой трансформации бизнес-процессов актуально выделение цифрового бизнес-процесса.

Важным фактором является то, что проблемы основного бизнес-процесса оказывают негативное влияние на все остальные бизнес-процессы.

Заключение

Цифровая трансформация бизнес-процессов необходима современным компаниям для удержания достаточного уровня конкурентоспособности. Для эффективности проведения этого процесса следует выбрать квалифицированные кадры, грамотно подобрать техническое оснащение и технологию её проведения. Проведённое исследование подтверждает гипотезу, указанную во введении исследования, внедрение искусственного интеллекта в основной бизнес-процесс промышленного предприятия действительно повысит конкурентоспособность

⁴ CNews. Режим доступа URL: https://www.cnews.ru/news/top/2020-10-01_byudzhzet_tsifrovoj_ekonomiki (дата обращения: 15.02.2022).

компании на рынке. Научная новизна исследования заключается в создании принципиально новой нотации моделирования основных бизнес-процессов промышленных предприятий.

В результате проведенного исследования и обобщения данных следует сделать следующие умозаключения:

во-первых, автоматизация, роботизация и развитие технологий с применением искусственного интеллекта поддерживается государственными органами на федеральном уровне;

во-вторых, нотации для оформления и моделирования современных бизнес-процессов требуют изменений, в соответствии с требованиями цифровизации;

в-третьих, внедрение искусственного интеллекта требует подготовки высококвалифицированных кадров для программирования и обслуживания данной современной технологии;

в-четвертых, технологии с применением искусственного интеллекта требуют новое оборудование, программные продукты и отход от бюрократической модели организационных структур промышленных предприятий.

Перспективы дальнейших исследований авторы видят в разработке методического инструментария в сфере моделирования основных производственных бизнес-процессов промышленных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян, Л.В., Косова, Г.Ф. Цифровая трансформация психологических исследований / Л.В. Арутюнян, Г.Ф. Косова // Теория и практика управления социально-экономическим развитием территорий на различных хозяйственных уровнях. Сборник материалов всероссийской национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Ответственный редактор Ю.В. Котелевская. — 2020. — С. 141–144. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42408874> (дата обращения: 15.02.2022).
2. Баулина, Н.С., Мишина, А.А., Приколота, Т.А. Цифровая трансформация бизнеса в условиях пандемии COVID-19 / Н.С. Баулина, А.А. Мишина, Т.А. Приколота // Финансовая экономика. — 2020. — № 7. — С. 210–211. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43993602> (дата обращения: 15.02.2022).
3. Бережная, О.В., Еремеева, В.А. Цифровая трансформация и кибербезопасность в контексте распространения COVID-19 / О.В. Бережная, В.А. Еремеева // Управление в социальных и экономических системах. — 2022. — № 31. — С. 17–18. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=bgfzyo> (дата обращения: 15.02.2022).
4. Быкова, Н.А. Цифровая трансформация как инструмент формирования экономики доверия / Н.А. Быкова // Стандарты и качество. — 2021. — № 4. — С. 22–27. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45155915> (дата обращения: 15.02.2022).

5. Городилов, М.А., Ощепков, А.М. Научно-техническое развитие и цифровая трансформация экономики и общества / М.А. Городилов, А.М. Ощепков // Актуальные вопросы современной экономики. — 2021. — № 12. — С. 1225–1231. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47580252> (дата обращения: 15.02.2022).
6. Дёгтев, Г.В. Цифровая трансформация сферы закупок города Москвы / Г.В. Дёгтев // Инновации и инвестиции. — 2020. — № 2. — С. 226–229. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42663386> (дата обращения: 15.02.2022).
7. Зубаков, Г.В., Лев, О.Р. Цифровая трансформация международного авиационного грузового терминала / Г.В. Зубаков, О.Р. Лев // Логистика и управление цепями поставок. — 2020. — № 3(98). — С. 24–30. — URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/404892554.pdf> (дата обращения: 15.02.2022).
8. Мыслякова, Ю.Г., Усова, Н.В. Цифровая трансформация образовательных услуг вузов в условиях глобальных вызовов: региональный аспект / Ю.Г. Мыслякова, Н.В. Усова. — DOI <https://doi.org/10.24411/2070-1381-2020-10105> // Государственное управление. Электронный вестник. — 2020. — № 82. — С. 326–353. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44117406> (дата обращения: 15.02.2022).
9. Сидорчук, Р.Р. Нужна ли целостная концепция маркетинга в цифровой среде или только цифровая трансформация? / Р.Р. Сидорчук // Маркетинг МВА. Маркетинговое управление предприятием. — 2021. — Т. 12. — № 1. — С. 82–96. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44855203> (дата обращения: 15.02.2022).
10. Шевченко, Д.А., Михайлов, В.В. Цифровая трансформация сферы услуг / Д.А. Шевченко, В.В. Михайлов. — DOI <https://doi.org/10.12737/2306-627X-2021-10-3-41-54> // Научные исследования и разработки. Экономика фирмы. — 2021. — Т. 10. — № 3. — С. 41–54. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46675425> (дата обращения: 15.02.2022).
11. Bonsón, E., Lavorato, D., Lamboglia, R., Mancini, D. Artificial intelligence activities and ethical approaches in leading listed companies in the European Union / E. Bonsón, D. Lavorato, R. Lamboglia, D. Mancini. — DOI <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2021.100535> // International Journal of Accounting Information Systems. — 2021. — V. 43. — URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/ijoa/ics1467089521000373.html> (дата обращения: 15.02.2022).
12. Chávez Valdivia, A.K. Redesigning the ownership of artworks: Artificial and robotic intelligence [Rediseñando la titularidad de las obras: Inteligencia artificial y robótica] / A.K. Chávez Valdivia. — DOI <https://doi.org/10.5354/0719-2584.2020.57674> // Revista Chilena de Derecho y Tecnología. — 2021. — V. 9. — № 2. — P. 153–185. — URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85099908970&origin=inward&txGid=d48a8d850f483e4b27306f6521f5505c> (дата обращения: 15.02.2022).

13. Denkenberger, D., Sandberg, A., Tieman, R.J., Pearce, J.M. Long-term cost-effectiveness of interventions for loss of electricity/industry compared to artificial general intelligence safety / D. Denkenberger, A. Sandberg, R.J. Tieman, J.M. Pearce. — DOI <http://doi.org/10.1186/s40309-021-00178-z> // European Journal of Futures Research. — 2021. — V. 9. — № 11. — URL: https://www.researchgate.net/publication/354715211_Long-term_cost-effectiveness_of_interventions_for_loss_of_electricityindustry_compared_to_artificial_general_intelligence_safety (дата обращения: 15.02.2022).
14. He, L., Bai, L., Dionysiou, D.D., Wei, Z., Spinney, R., Chu, C., Lin, Z., Xiao, R. Applications of computational chemistry, artificial intelligence, and machine learning in aquatic chemistry research / L. He, L. Bai, D.D. Dionysiou, Z. Wei, R. Spinney, C. Chu, Z. Lin, R. Xiao. — DOI <http://doi.org/10.1016/j.cej.2021.131810> // Chemical Engineering Journal. — 2021. — V. 426. — URL: https://www.researchgate.net/publication/353903916_Applications_of_computational_chemistry_artificial_intelligence_and_machine_learning_in_aquatic_chemistry_research (дата обращения: 15.02.2022).
15. Khan, M., Mehran, M.T., Haq, Z.U., Ullah, Z., Naqvi, S.R., Ihsan, M., Abbass, H. Applications of artificial intelligence in COVID-19 pandemic: A comprehensive review / M. Khan, M.T. Mehran, Z.U. Haq, Z. Ullah, S.R. Naqvi, M. Ihsan, H. Abbass. — DOI <http://doi.org/10.1016/j.cej.2021.131810> // Expert Systems with Applications. — 2021. — V. 185. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34400854/> (дата обращения: 15.02.2022).
16. Paz, C.A. Legal challenges for artificial intelligence in Chile [Desafíos legales de la inteligencia artificial en Chile] / C.A. Paz. — DOI <https://doi.org/10.5354/0719-2584.2020.54489> // Revista Chilena de Derecho y Tecnología. — 2021. — Т. 9. — № 2. — P. 257–290. — URL: <https://rchdt.uchile.cl/index.php/RCHDT/article/view/54489> (дата обращения: 15.02.2022).
17. Pessach, D., Shmueli, E. Improving fairness of artificial intelligence algorithms in Privileged-Group Selection Bias data settings / D. Pessach, E. Shmueli. — DOI <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115667> // Expert Systems with Applications. — 2021. — V. 185. — URL: https://www.researchgate.net/publication/353612985_Improving_Fairness_of_Artificial_Intelligence_Algorithms_in_Privileged-Group_Selection_Bias_Data_Settings (дата обращения: 15.02.2022).
18. Richardson, J.P., Smith, C., Curtis, S., Watson, S., Zhu, X., Barry, B., Sharp, R.R. Patient apprehensions about the use of artificial intelligence in healthcare / J.P. Richardson, P. Smith, S. Curtis, S. Watson, X. Zhu, B. Barry, R.R. Sharp. — DOI <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00509-1> // Digital Medicine. — 2021. — V. 4. — № 1. — URL: https://www.researchgate.net/publication/354724372_Patient_apprehensions_about_the_use_of_artificial_intelligence_in_healthcare (дата обращения: 15.02.2022).
19. Wang, H., Zhou, Y., Zhou, B., Niu, X., Zhang, H., Wang, Z. Interactive ECG annotation: An artificial intelligence method for smart ECG manipulation / H. Wang, Y. Zhou, B. Zhou, X. Niu, H. Zhang, Z. Wang. — DOI <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.08.095> // Information Sciences. — 2021. — V. 581. — P. 42–59. — URL: <https://ieygzhou.github.io/files/IS2021ECGannotation.pdf> (дата обращения: 15.02.2022).

20. Султанова, Б.К., Нурпейсова, А.У., Макина, Г.У. Информационные процессы в системах управления бизнес-процессами предприятия / Б.К. Султанова, А.У. Нурпейсова, Г.У. Макина // Молодой ученый. — 2015. — № 20(100). — С. 82–84. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24790538> (дата обращения: 15.02.2022).
21. Колесниченко, Т.В., Сологуб, Г.Б. Развитие информационных технологий, процессов сопровождения и процессов разработки ИТ-услуг / Т.В. Колесниченко, Г.Б. Сологуб // Научно-технический вестник Поволжья. — 2022. — № 3. — С. 86–90. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48225702> (дата обращения: 15.02.2022).
22. Индикаторы цифровой экономики: 2021: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишнеvский, Л.М. Гохберг и др., Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — Москва: НИУ ВШЭ. — 2021. — URL: <https://www.hse.ru/primarydata/ice2021> (дата обращения: 15.02.2022).

Zhukov Alexander Olegovich

Analytical Center, Moscow, Russia

E-mail: aozhukov@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=667117

Ponomareva Svetlana Vasilivna

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

E-mail: psvpon@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=412796

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAH-4995-2021>

Merzliakova Natalia Andreevna

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

E-mail: plaksina13@gmail.com

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=886191

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/X-2467-2019>

Automation and digital transformation of the main business processes of industrial enterprises using artificial intelligence

Abstract. The article analyzes the features of automation and digital transformation of the main business processes of industrial enterprises under the influence of the digital economy and artificial intelligence. The relevance of the topic of digital transformation of business processes of industrial enterprises is due to the fact that due to it is possible to increase the efficiency of an individual company and the entire industry. The scientific problem of the research lies in the fact that new phenomena appear in the field of information technology, which require the development of other areas of science and the practical application of its results. The aim of the study is to create a new notation that increases the efficiency of the main production business processes of industrial enterprises. The object of the research is the industrial enterprises of the Russian Federation. The subject of the research is the automation and transformation of the main production business processes under the influence of artificial intelligence and digitalization of the economy. The article deals with the actual problems of the process of digital transformation of industrial enterprises. Methods of research and scientific knowledge of materials: analysis, deduction, induction, modeling and others. In the article, the authors analyze the process of digital transformation of the main production business processes of large industrial enterprises; PEST-analysis of internal and external factors influencing the implementation of digital transformation of business processes of an industrial enterprise is presented. The authors see the prospects for further research in the development of methodological tools in the field of modeling the main production business processes of industrial enterprises. The authors predict the appearance on the IT services market of new notations, programming languages, software products for modeling the main production business processes of industrial enterprises in various fields of activity: mining, processing, electric power industry. The authors propose a fundamentally new notation for modeling the main production business processes of oil and gas processing enterprises.

Keywords: business process; industrial production; digitalization; automation; artificial intelligence; oil and gas industry; notation

REFERENCES

1. Arutyunyan L.V., Kosova G.F. Digital transformation of psychological research. In the collection: Theory and practice of managing the socio-economic development of territories at various economic levels / L.V. Arutyunyan, G.F. Kosova // Collection of materials of the All-Russian national (with international participation) scientific and practical conference. Managing editor Yu.V. Kotelevskaya. — 2020. — PP. 141–144. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42408874> (day of treatment: 15.02.2022).
2. Baulina N.S., Mishina A.A., Prikolota T.A. Digital transformation of business in the context of the COVID-19 pandemic / N.S. Baulina, A.A. Mishina, T.A. Prikolota // Financial Economics. — 2020. — No. 7. — PP. 210–211. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=bgfzyo> (day of treatment: 15.02.2022).
3. Berezhnaya O.V., Ereemeeva V.A. Digital transformation and cybersecurity in the context of the spread of COVID-19 / O.V. Berezhnaya, V.A. Ereemeeva // Management in social and economic systems. — 2022. — No. 31. — PP. 17–18. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=bgfzyo> (day of treatment: 15.02.2022).
4. Bykova N.A. Digital transformation as a tool for building the economy of trust / N.A. Bykova // Standards and quality. — 2021. — No. 4. — PP. 22–27. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45155915> (day of treatment: 15.02.2022).
5. Gorodilov M.A., Oshchepkov A.M. Scientific and technical development and digital transformation of the economy and society / M.A. Gorodilov, A.M. Oshchepkov // Actual issues of modern economics. — 2021. — No. 12. — Pp. 1225–1231. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47580252> (day of treatment: 15.02.2022).
6. Degtev G.V. Digital transformation of the procurement sphere of the city of Moscow / G.V. Degtev // Innovations and investments. — 2020. — No. 2. — Pp. 226–229. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42663386> (day of treatment: 15.02.2022).
7. Zubakov G.V., Lev O.R. Digital transformation of the international aviation cargo terminal / G.V. Zubakov, O.R. Lev // Logistics and supply chain management. — 2020. — No. 3(98). — Pp. 24–30. — URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/404892554.pdf> (day of treatment: 15.02.2022).
8. Myslyakova Yu.G., Usova N.V. Digital transformation of educational services of universities in the context of global challenges: a regional aspect / Yu.G. Myslyakova, N.V. Usova. — DOI <https://doi.org/10.24411/2070-1381-2020-10105> // State Administration. Electronic Bulletin. — 2020. — No. 82. — Pp. 326–353. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44117406> (day of treatment: 15.02.2022).
9. Sidorchuk R.R. Do you need a holistic concept of digital marketing or just digital transformation? / R.R. Sidorchuk // Marketing MBA. Marketing management of the enterprise. — 2021. — V. 12. — No. 1. — Pp. 82–96. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44855203> (day of treatment: 15.02.2022).
10. Shevchenko D.A., Mikhailov V.V. Digital transformation of the service sector. Scientific research and development / D.A. Shevchenko, V.V. Mikhailov. — DOI: <https://doi.org/10.12737/2306-627X-2021-10-3-41-54> // The economics of the firm. — 2021. — V. 10. — No. 3. — Pp. 41–54. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46675425> (day of treatment: 15.02.2022).

11. Bonsón, E., Lavorato, D., Lamboglia, R., Mancini, D. Artificial intelligence activities and ethical approaches in leading listed companies in the European Union / E. Bonsón, D. Lavorato, R. Lamboglia, D. Mancini. — DOI <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2021.100535> // International Journal of Accounting Information Systems. — 2021. — V. 43. — URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/ijoa/iss/v43y2021ics1467089521000373.html> (дата обращения: 15.02.2022).
12. Chávez Valdivia, A.K. Redesigning the ownership of artworks: Artificial and robotic intelligence [Rediseñando la titularidad de las obras: Inteligencia artificial y robótica] / A.K. Chávez Valdivia. — DOI <https://doi.org/10.5354/0719-2584.2020.57674> // Revista Chilena de Derecho y Tecnología. — 2021. — V. 9. — № 2. — P. 153–185. — URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85099908970&origin=inward&txGid=d48a8d850f483e4b27306f6521f5505c> (дата обращения: 15.02.2022).
13. Denkenberger, D., Sandberg, A., Tieman, R.J., Pearce, J.M. Long-term cost-effectiveness of interventions for loss of electricity/industry compared to artificial general intelligence safety / D. Denkenberger, A. Sandberg, R.J. Tieman, J.M. Pearce. — DOI <http://doi.org/10.1186/s40309-021-00178-z> // European Journal of Futures Research. — 2021. — V. 9. — № 11. — URL: https://www.researchgate.net/publication/354715211_Long-term_cost-effectiveness_of_interventions_for_loss_of_electricityindustry_compared_to_artificial_general_intelligence_safety (дата обращения: 15.02.2022).
14. He, L., Bai, L., Dionysiou, D.D., Wei, Z., Spinney, R., Chu, C., Lin, Z., Xiao, R. Applications of computational chemistry, artificial intelligence, and machine learning in aquatic chemistry research / L. He, L. Bai, D.D. Dionysiou, Z. Wei, R. Spinney, C. Chu, Z. Lin, R. Xiao. — DOI <http://doi.org/10.1016/j.cej.2021.131810> // Chemical Engineering Journal. — 2021. — V. 426. — URL: https://www.researchgate.net/publication/353903916_Applications_of_computational_chemistry_artificial_intelligence_and_machine_learning_in_aquatic_chemistry_research (дата обращения: 15.02.2022).
15. Khan, M., Mehran, M.T., Haq, Z.U., Ullah, Z., Naqvi, S.R., Ihsan, M., Abbass, H. Applications of artificial intelligence in COVID-19 pandemic: A comprehensive review / M. Khan, M.T. Mehran, Z.U. Haq, Z. Ullah, S.R. Naqvi, M. Ihsan, H. Abbass. — DOI <http://doi.org/10.1016/j.cej.2021.131810> // Expert Systems with Applications. — 2021. — V. 185. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34400854/> (дата обращения: 15.02.2022).
16. Paz, C.A. Legal challenges for artificial intelligence in Chile [Desafíos legales de la inteligencia artificial en Chile] / C.A. Paz. — DOI <https://doi.org/10.5354/0719-2584.2020.54489> // Revista Chilena de Derecho y Tecnología. — 2021. — T. 9. — № 2. — P. 257–290. — URL: <https://rchdt.uchile.cl/index.php/RCHDT/article/view/54489> (дата обращения: 15.02.2022).
17. Pessach, D., Shmueli, E. Improving fairness of artificial intelligence algorithms in Privileged-Group Selection Bias data settings / D. Pessach, E. Shmueli. — DOI <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115667> // Expert Systems with Applications. — 2021. — V. 185. — URL: https://www.researchgate.net/publication/353612985_Improving_Fairness_of_Artificial_Intelligence_Algorithms_in_Privileged-Group_Selection_Bias_Data_Settings (дата обращения: 15.02.2022).

18. Richardson, J.P., Smith, C., Curtis, S., Watson, S., Zhu, X., Barry, B., Sharp, R.R. Patient apprehensions about the use of artificial intelligence in healthcare / J.P. Richardson, P. Smith, S. Curtis, S. Watson, X. Zhu, B. Barry, R.R. Sharp. — DOI <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00509-1> // Digital Medicine. — 2021. — V. 4. — № 1. — URL: https://www.researchgate.net/publication/354724372_Patient_apprehensions_about_the_use_of_artificial_intelligence_in_healthcare (дата обращения: 15.02.2022).
19. Wang, H., Zhou, Y., Zhou, B., Niu, X., Zhang, H., Wang, Z. Interactive ECG annotation: An artificial intelligence method for smart ECG manipulation / H. Wang, Y. Zhou, B. Zhou, X. Niu, H. Zhang, Z. Wang. — DOI <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.08.095> // Information Sciences. — 2021. — V. 581. — P. 42–59. — URL: <https://ieyjh Zhou.github.io/files/IS2021ECGannotation.pdf> (дата обращения: 15.02.2022).
20. Sultanova B.K., Nurpeisova A.U., Makina G.U. Information processes in enterprise business process management systems / B.K. Sultanova, A.U. Nurpeisova, G.U. Makina // Molodoy ucheny. — 2015. — No. 20(100). — Pp. 82–84. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24790538> (day of treatment: 15.02.2022).
21. Kolesnichenko T.V., Sologub G.B. Development of information technologies, maintenance processes and processes for the development of IT services // Scientific and technical bulletin of the Volga region. — 2022. — No. 3. — Pp. 86–90. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48225702> (day of treatment: 15.02.2022).
22. Indicators of the digital economy: 2021: statistical collection / G.I. Abdrakhmanova, K.O. Vishnevsky, L.M. Gokhberg et al., Nat. research University "Higher School of Economics". — Moscow: NRU HSE. — 2021. — URL: <https://www.hse.ru/primarydata/ice2021> (day of treatment: 15.02.2022).