# Факторы качества и культуры данных
## *для повышения эффективности цифровой трансформации*




**Виктор Дравица,** директор Центра систем идентификации, кандидат технических наук



**Ирина Карачун,** заведующая кафедрой цифровой экономики БГУ, кандидат экономических наук, доцент



**Борис Паньшин,** профессор кафедры цифровой экономики БГУ, доктор технических наук, профессор



Академическая наука, исследующая цифровую трансформацию и цифровую экономику как ее результат, переживает период накопления знаний и инновационных практик эффективного формирования экономики данных. Ее приоритетными направлениями являются системное повышение качества информации (степень ее интероперабельности и пригодности к использованию) и ускоренное развитие цифровой культуры, оперирующей со все возрастающими массивами и высокой динамикой потоков данных. В совокупности эти глубинные процессы знаменуют стратегический переход к концепции Качество 4.0 (Quality 4.0) на уровне каждого отдельного предприятия.


Несмотря на то, что четкого определения этого понятия еще не сложилось, данная модель служит основой для обновления знаний и практики в области управления качеством в условиях глобальной цифровизации. Она объединяет традиционные методы менеджмента с новыми технологиями Четвертой промышленной революции. В рассматриваемом контексте этот подход ориентирован на приоритет обеспечения качества данных для моделирования и симуляции бизнес-процессов путем их автоматического мониторинга, интеграции цифровых инноваций с наукой о данных и инженерией надежности, повышения уровня цифровой культуры сотрудников, что в целом улучшает качество информации и принимаемых на ее основе управленческих решений. Кроме того, в этой парадигме качество рассматривается в технологическом, организационном и поведенческом аспектах, в основе которых лежит человекоцентрированный подход, подчеркивающий роль людей, менеджмента и социального эффекта от внедрения технологий, особенно систем искусственного интеллекта.

В отличие от традиционной системы управления, сфокусированной на послепроизводственной проверке и корректирующих действиях, Качество 4.0 формируется как экосистема проактивного и прогнозного менеджмента. Использование аналоговых и оцифрованных массивов данных в реальном времени с подключенных устройств и передовой аналитики повышает отслеживаемость процессов, гарантирует непрерывное соблюдение стандартов, а также позволяет превентивно выявлять

потенциальные дефекты и оперативно принимать обоснованные решения по их устранению.

Качественный информационный базис и развитая цифровая культура выступают одними из важнейших факторов эффективности цифровой трансформации, суть которой состоит в сквозной многоуровневой интеграции реального и виртуального секторов экономики посредством цифровых технологий. Этот процесс, в свою очередь, требует постановки управления информацией на индустриальные рельсы. Речь идет о сквозном цикле, включающем фиксацию, систематизацию, надежное хранение и защиту сведений, обеспечение их целостности и релевантности, а также последующую монетизацию. Такой подход позволяет создавать надежную основу для принятия управленческих решений как в традиционной (аналоговой) среде, так и в рамках формирующегося «бесшовного» цифрового контура.

## Масштаб проблемы: глобальные потери

Экономические последствия деградации качества данных, по авторитетным оценкам ведущих мировых аналитических агентств, имеют критический характер [1]. По данным исследовательской и консалтинговой компании Gartner, средние и крупные предприятия в США ежегодно теряют около 12,9 млн долл. из-за низкого качества данных или их отсутствия, что влияет на все: от операционной эффективности до удовлетворенности клиентов и соблюдения нормативных требований производства и сбыта продукции [2]. Данная деструктивная тенденция крайне негативно отражается на операционной эффективности, общем уровне лояльности потребителей, а также на комплаенсе сложных процессов производства и дистрибуции высокотехнологичной продукции. Кроме того, она приводит к ошибочным стратегическим решениям, неверной аналитике, неэффективному маркетингу, масштабным нарушениям нормативных требований и долгосрочному ущербу для рыночной репутации брендов.

В другом исследовании, проведенном компанией IBM (IBM Institute for Business Value), общий ущерб от низкого качества данных оценивается в 3,1 трлн долл. в год только для экономики США, что подчеркивает масштабы и разрушительность этой проблемы, актуальность которой неуклонно возрастает. Более четверти компаний оценивают свои ежегодные прямые потери от некачественных данных в сумму свыше 5 млн долл., а 7% организаций сообщают о потерях в 25 млн долл. и более [3]. MIT Sloan Management Review констатирует, что совокупные издержки от плохого качества данных (включая упущенную выгоду, неэффективность функционирования и риски) могут достигать 15–25% от годовой выручки средней компании [4].

На уровне отдельных коммерческих предприятий качественный подход к управлению данными – это фундамент, на котором строятся любые эффективные бизнес-процессы. Если циркулирующая информация не соответствует установленным требованиям или содержит скрытые ошибки, это может значительно подорвать операционную эффективность.

Методы автоматизации, включая роботизированные системы (RPA) и искусственный интеллект, становятся неэффективными без структурированной и достоверной информации. Ошибки в данных о клиентах, например, использование устаревших контактных данных, ухудшают взаимодействие, что снижает доверие пользователей.

В 2022 г. компанией Unity Technologies была раскрыта информация о повреждении наборов данных для обучения ML-моделей, используемых в рекламе, из-за ошибок при сборе. Было потеряно примерно 110 млн долл. дохода из-за неэффективной работы алгоритмов и затрат на их переобучение. В Samsung Securities из-за ошибки ручного ввода данных при попытке выплатить дивиденды сотрудникам система ошибочно эмитировала миллиарды «фантомных» акций. Ошибку заметили быстро, но это вызвало рыночные сбои, отставки руководства и убытки в сотни миллионов долларов рыночной стоимости. В Equifax выдача ошибочных кредитных рейтингов миллионам потребителей из-за некорректных значений в устаревшей системе сбора данных привела к регуляторному преследованию, коллективным искам и штрафам (725 тыс. долл. по одному из эпизодов), репутационному ущербу.

Компании стабильно теряют до 15% своего совокупного дохода из-за недостаточного качества внутренних данных [5]. Эти финансовые потери отражаются на самых разных аспектах деятельности:

- ***прогнозировании и бизнес-аналитике.*** *Недостоверные показатели, использованные в аналитических моделях, искажают результаты прогнозирования спроса и ресурсов, что неизбежно толкает руководство к неверным инвестиционным решениям;*

- ***эффективности автоматизации.*** *Методы автоматизации, включая комплексные роботизированные системы и искусственный интеллект, становятся бесполезными без наличия четко структурированной и достоверной информации;*
- ***клиентском опыте.*** *Ошибки в данных о клиентах, такие, к примеру, как устаревшие контакты или некорректная история взаимодействий, существенно ухудшают коммуникацию, что снижает уровень доверия пользователей.*

## Ключевые факторы обострения проблемы

Основными причинами стремительного обострения проблемы качества данных в эпоху цифровой трансформации являются:

- ***беспрецедентный рост объемов.*** *Глобальная генерация информации демонстрирует экспоненциальный рост: ежедневно в мире создается приблизительно 402,74 млн терабайт новых данных [6]. В этих условиях ключевая задача бизнеса состоит не просто в управлении этими гигантскими массивами, но и в обеспечении их сквозной целостности и достоверности. Бурный рост ИИ спровоцировал лавинообразный прирост сгенерированных (синтетических) данных, требующих особой фильтрации [7];*
- ***диверсификация информационных потоков.*** *Если ранее предприятия полагались преимущественно на структурированные, легко контролируемые массивы, то сегодня им приходится оперировать неструктурированными и частично упорядоченными сведениями. Они поступают из таких разнородных каналов, как социальные медиа, датчики Интернета вещей (IoT), мультимедийный контент и транзакционные логи сложных производственных, финансовых или транспортно-логистических платформ. Подобная смена парадигмы существенно усложнила архитектуру управления и предопределила отказ от ретроспективного контроля в пользу инновационных подходов – непрерывного мониторинга, автоматизированной верификации и применения технологий ИИ в реальном времени;*
- ***недостаточный уровень культуры работы с данными.*** *Наблюдается дефицит цифровой культуры как среди сотрудников профильных IT-отделов на предприятиях, так и непосредственно в органах государственного управления;*
- ***усложнение нормативно-правового регулирования.*** *Международные нормативные акты становятся жестче, а финансовые санкции за их нарушение растут. Например, Закон ЕС об искусственном интеллекте предусматривает максимальные штрафы до 35 млн евро, или 7% от мирового годового дохода. Такие суровые меры применяются исключительно в отношении разработки, вывода на рынок или внедрения систем ИИ из категории «неприемлемого риска», которые полностью запрещены на территории Евросоюза. Эксперты прогнозируют, что к 2027 г. разрозненные национальные и международные нормативные акты будут охватывать до 50% мировой экономики, что увеличит совокупные корпоративные издержки на соблюдение комплаенс-требований до 5 млрд долл. [8].*

Для адекватного ответа на эти вызовы необходимы комплексные исследования и внедрение практических методов эффективного управления процессами генерации и использования высококачественной информации. Эту деятельность можно определить как ядро экономики индустрии данных. В то же время анализ ее эволюции и перспективных направлений показывает, что научные изыскания, как и прикладные инструменты, сфокусированы преимущественно на внедрении big data в потребительском сегменте глобального цифрового рынка. В этой среде действуют эффекты больших чисел, сглаживающие погрешности и неточности первичных неструктурированных или «сырых» массивов информации. Как следствие, научный интерес сосредоточен в следующих трех ключевых сегментах: роль технологий больших данных, инновации в области сбора, обработки и анализа массивов информации и оценка их вклада в повышение эффективности электронной торговли, а также распределительной логистики. Для реального сектора приоритет смещается с «океанов» больших данных к локальным «чистым озерам» высококачественных сведений, адаптированных под профильные бизнес-процессы конкретного предприятия или отрасли.

В самом общем виде процесс формирования качественных данных представлен на *рис. 1.*

Результаты проведенного библиометрического анализа наиболее значимых научных работ, посвященных внедрению




*Рис. 1.* Пирамида зрелости процессов и сквозного контроля качества данных [9]

технологий big data в реальном секторе экономики, показывают, что за последнее десятилетие интерес к этой тематике достиг своего пика в 2024 г. При этом четко обозначились три доминирующих вектора: технологические инновации, концептуальные основы обработки сверхбольших массивов информации, ключевая роль Китая в развитии теории и практики построения индустрии данных [11]. Стоит заметить, что китайский подход базируется на проведении междисциплинарных исследований в области повышения качества данных и создании суверенной отрасли их производства с последующим внедрением.

## Анализ базовых понятий и определений

Масштабная, динамичная и многоаспектная цифровизация, как в свое время кибернетика, автоматизация и информатизация (и начинающаяся интеллектуализация), явилась мощным генератором новых терминов. Ряд понятий находится в стадии формирования, а часть уже закреплена в национальных стандартах Беларуси и других стран. Применительно к настоящему материалу формулируются следующие определения.

Цифровая трансформация – постоянное и последовательное улучшение существующих и вновь создаваемых бизнес-моделей, операций, продуктов и услуг, осуществляемое путем инициирования глубоких изменений в их производстве и свойствах посредством применения сочетаний цифровых, информационных, вычислительных, коммуникационных и сетевых технологий для интеграции реального и виртуального секторов экономики в целях адаптации продукции к изменяющимся рыночным условиям, предпочтениям потребителей, целям и приоритетам развития экономики и общества.

Цифровизация – процесс массового внедрения цифровых технологий для работы с оцифрованными текстами, изображениями, звуками, ведущий к переносу всей или части деятельности в цифровую среду с целью снижения производственных и транзакционных издержек предприятий (организаций) и повышения общей эффективности национальной экономики.

Цифровая культура – синергетическая совокупность поведенческих моделей, практик и ценностей, возникающих в процессе коллективной и индивидуальной деятельности в виртуальном пространстве. Данный феномен способствует развитию у работников мышления, необходимого для бесшовной интеграции инновационных технологий и методов работы, что в конечном счете обеспечивает повышение качества продукции и снижение организационных издержек. В самом общем виде этот базис описывается формулой: «Цифровая грамотность (hard skills) + навыки социальных отношений в сетевой среде (soft skills)». Становление рассматриваемой культуры происходит в ходе массовых микродействий и трансляции успешного личного опыта. Через укоренение новых правил и привычек меняется поведение людей, формируется их ментальность и задаются долгосрочные векторы эволюции всей цифровой экосистемы.

Цифровая экономика – сегмент экономики, где главным ресурсом и активом для существующих и создающихся новых

производств товаров и услуг и управления бизнес-процессами выступают: цифровые платформы, алгоритмы и приложения; информационные, цифровые и сетевые технологии; оцифрованные массивы данных (текстов, изображений, звуков), а также комплексы универсальных и специализированных AI-агентов.

Экономика индустрии данных – расширяющаяся комплексная деятельность, направленная на повышение эффективности подготовки и использования качественных данных на макро- и микроуровне (фиксация, генерация, сбор, хранение, систематизация, обработка, анализ и продажа в цифровом формате) преимущественно в бесшовном варианте, а также автоматизированное извлечение ценности путем мгновенной обработки огромных потоков информации с применением передовых методов машинного обучения и технологий ИИ. Суть перехода к экономике индустрии данных состоит в изменении подхода от их стихийного накопления к созданию непрерывного конвейера обработки.

Большие данные – новое поколение технологий и архитектур, разработанных для экономичного извлечения ценности из очень больших объемов самых разных сведений путем обеспечения высокоскоростного сбора, обнаружения и/или анализа (согласно определению исследовательской компании IDC).

Data Science (наука о данных) – сфера деятельности, подразумевающая сбор, обработку и анализ как структурированной, так и неструктурированной информации с использованием методов математического и статистического анализа и применением передовых технологий искусственного интеллекта.

## Практические факторы актуальности качества данных в разрезе отраслей

На сегодняшний день индустрия высококачественной информации еще не сформировалась как полноценный сектор хозяйствования в большинстве государств, за исключением Китая. В академическом сообществе также пока отсутствует консенсус относительно значимости промышленного подхода к верификации сведений для реального сектора экономики. Потенциал этой сферы все еще интерпретируется преимущественно сквозь призму интересов глобальных игроков в виде IT-корпораций, а также отдельных предприятий и профильных специалистов. Большая часть имеющейся специализированной литературы ограничивается изучением технологий интеллектуального анализа в потребительском сегменте и построением экосистем big data. При этом за рамками исследований зачастую остаются вопросы институционализации индустрии данных как самостоятельной отрасли, а также оценка добавленной стоимости, создаваемой в процессе промышленного производства очищенных и структурированных массивов.

В этих условиях активно разрабатываются стратегические программы и учреждаются новые ведомства, ориентированные на комплексное регулирование национальных информационных рынков. Так, в Российской Федерации с 1 января 2025 г. стартовал масштабный национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» (рассчитанный на период до 2030 г.). Его ключевой задачей выступает перевод базовых секторов производства, социальной сферы и институтов власти на качественно новые принципы функционирования, основанные на сквозной работе с данными. В свою очередь, в Китайской Народной Республике было учреждено первое в мировой практике профильное правительственное ведомство – Государственное управление данными. В экономически развитых странах стремительно формируется аппаратная база цифрового сегмента. Наблюдается устойчивое масштабирование глобальной сети центров обработки данных (ЦОД), которых к 2026 г. насчитывается свыше 12,2 тыс. [12]. Главным драйвером этого процесса выступает развертывание высокопроизводительных ИИ-кластеров. По оценкам экспертов журнала Forbes, только крупнейшие технологические гиганты (так называемые гиперскейлеры) намерены направить на развитие ИИ-инфраструктуры более 700 млрд долл. При этом сохраняется высокая географическая концентрация мощностей: около 46% всех мировых дата-центров по-прежнему концентрируется на территории США. В долгосрочной перспективе, согласно глобальному прогнозу PwC, совокупные мировые капитальные затраты на IT-оборудование и инфраструктуру ЦОД в рамках текущего технологического цикла могут составить от 31,6 до 50 трлн долл. [13].

## Формирование суверенной индустрии данных в Китае

Переход КНР к экономике данных – закономерное следствие колоссального объема информации, накопленного страной в ходе предшествующей сквозной цифровизации и информатизации. Если промышленная политика Китая в прошлом десятилетии базировалась на концепции «Интернет+»,

то в настоящее время стратегический фокус смещен на модель «Умножение данных» *(рис. 2)*.

Это предполагает извлечение колоссальных мультипликативных эффектов за счет многократного повторного использования одних и тех же данных в различных отраслях экономики и межведомственных проектах путем их системной стандартизации и формирования механизмов для свободной циркуляции. Созданное в КНР Национальное управление данными (2023 г.) занимается исключительно вопросами экономического развития, ориентированного на данные. Глобальная генерация данных в стране демонстрирует устойчивый рост (приблизительно на 25% ежегодно) и уже достигла 41,06 зеттабайт, а добавленная стоимость основных отраслей цифровой экономики составила около 10% ВВП (при этом общая доля цифрового сегмента в стране превышает 44% ВВП) [14].

Существующая в КНР экосистема, ориентированная на производство качественных данных, позволяет:

- ***углублять рыночное распределение данных*** *как производственный фактор, обеспечивая их полный жизненный цикл – от поставки, циркуляции, использования до безопасности и устранения технологических узких мест;*
- ***ускоренно формировать новые производительные силы цифровой экономики.*** *Ориентир на глубокую интеграцию технологических инноваций в сфере данных с промышленными инновациями приводит к быстрому внедрению научно-технических достижений в различные секторы экономики;*
- ***создавать новые конкурентные преимущества в глобальной экосистеме.*** *Стратегическим ориентиром выступает достижение к 2030 г. безоговорочного международного лидерства в сфере сквозных технологий работы с данными. Для ключевых отраслей и типовых сценариев производства в Китае формируется замкнутый цикл использования информационных массивов данных по схеме «разработка – оценка качества – проверка применения». Вокруг потребностей обучения больших моделей ИИ появляются масштабные базовые корпуса и отраслевые наборы данных по принципу: «данные движут моделью, модель обогащает данные». Одновременно возникает национальная инфраструктура аудита информации, объединяющая технологии блокчейна, цифровые «водяные» знаки и смарт-контракты. С этой целью в Китайской Народной Республике активно совершенствуются структуры метаданных, нормативные стандарты и регуляторные механизмы. Такой комплекс мер позволяет развернуть суверенную доверительную среду, гарантирующую автоматическую регистрацию операций и сквозную прослеживаемость цепочки формирования стоимости цифровых активов.*

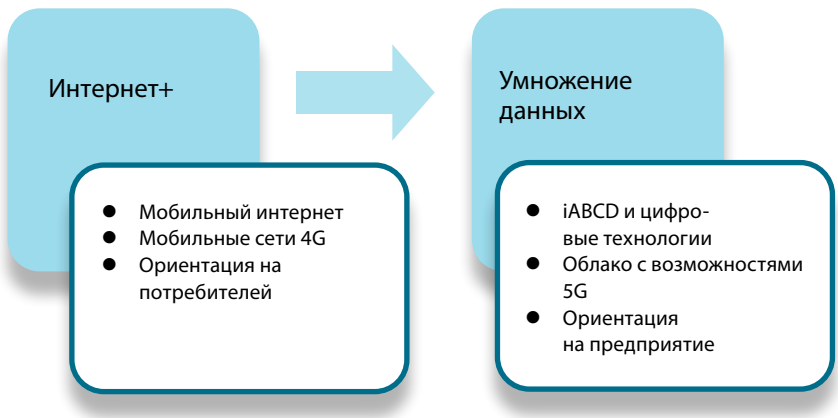



*Рис. 2.* Эволюционная трансформация моделей цифровизации: от концепции «Интернет+» к парадигме «Умножение данных»

## Перспективы интеграции цифровых экосистем

Ключевым направлением развития рассматриваемого сектора выступает концептуальная смена парадигмы: переход от стихийного накопления массивов к проектированию непрерывного конвейера обработки и циркуляции информации. Важным вектором построения индустрии данных является интеграция потребительских и производственных экосистем *(рис. 3)*.

Этот процесс предполагает объединение сведений о внешних связях, которые предприятие не контролирует напрямую (рыночные платформы, отзывы потребителей), с данными непосредственно внутри организации (ERP- и MES-системы). В производственных контурах информация используется в рамках цифровых цепочек создания стоимости, а в потребительских – через цифровые взаимодополняющие структуры. Их интеграция может повысить конкурентоспособность компании за счет улучшения взаимодействия предприятия с потребителями.

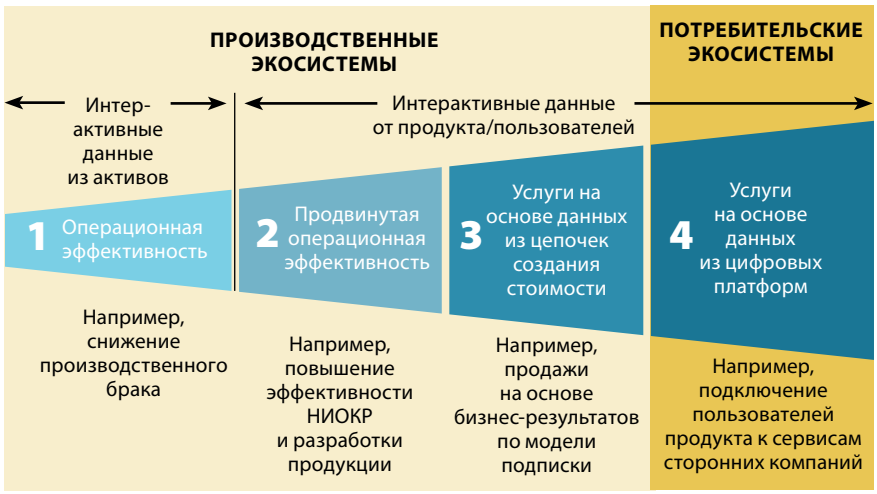



*Рис. 3*. Эффекты интеграции потребительских и производственных экосистем [15]

Таким образом, цифровые экосистемы, понимаемые как интеграция контуров производства и потребления, являются ключевым фактором, определяющим то, как предприятие использует свои данные для формирования цифровой конкурентной стратегии. При этом достижение синергетического эффекта требует системного подхода, гармонично сочетающего инструменты управления качеством данных (DQM), эффективные управленческие сценарии и развитие квалифицированного персонала.

## Роль культуры в управлении данными на микроуровне

Различные исследования, касающиеся уровня качества данных, показывают, что их глубинное восприятие заключается не только в формальном соблюдении стандартов и правил, но и в корпоративной этике, пронизывающей все аспекты жизни предприятий. Концепция качества обычно определяется и спускается сверху вниз руководством, в то время как термин «культура» относится к социальным процессам, развивающимся снизу вверх. Соответственно, необходимо объединить стратегическое видение руководства с культурными аспектами и привычками сотрудников. Компании, использующие подход, ориентированный на низовой уровень и горизонтальные связи, развивают устойчивую культуру качества. В результате их работники совершают на 40% меньше ошибок при первичном вводе информации, а сами организации тратят меньше времени и средств на исправление дефектов.

Из опыта США следует, что компания с высокоразвитой культурой тратит в среднем на 350 млн долл. в год меньше на исправление операционных ошибок, чем организация со слаборазвитой [16]. Это прямой результат использования четырех основных факторов, определяющих качество как культурную ценность: акцент на личном стремлении и глубоком понимании высшим менеджментом важности этого феномена, абсолютная достоверность и прозрачность внутренних коммуникаций, прямая вовлеченность персонала в обсуждение технологических стандартов, а также взаимная ответственность сотрудников за смежные аспекты качества информации.

## Адаптация отечественного реального сектора к условиям экономики данных

В Республике Беларусь проблема формирования суверенной экономики данных является одним из государственных приоритетов. По поручению Министерства связи и информатизации ОАО «Гипросвязь» проводит масштабную системную работу по оценке уровня готовности отраслей к новым цифровым реалиям на основании передовой международной методологии. Однако проводимые исследования и практический опыт внедрения IT-систем в реальном секторе экономики выявляют ряд специфических вызовов. Колоссальные массивы информации (в среднем на одном белорусском предприятии в работе находится от 15 до 50 млн различных показателей) фактически не используются в управлении, так как они не оцифрованы и непригодны для машинной обработки. Для принятия стратегических решений высшим руководством используется только от 1% до 1,5% от всей информации, при выработке и принятии оперативных (тактических) планов – от 1,5% до 3% [17].

Сдерживающим фактором для отечественных предприятий выступает слабая связность и разрозненность данных, поступающих из различных источников. Так, в устоявшейся структуре ведения бухгалтерского и налогового учета основное внимание традиционно уделяется только дате и сумме платежа. Учет ведется лишь по наименованию контрагентов, которые могут быть записаны по-разному, поскольку вводятся в систему 1С вручную. Однако для сквозной автоматизации работы в системе

управленческого учета необходимо задействовать сложные алгоритмы и нейросети для их автоматического преобразования в полноценный «цифровой актив» и дальнейшей монетизации.

Для преодоления обозначенных барьеров и на основе адаптации успешного китайского опыта авторами предлагается ряд решений.

**Создание общереспубликанской платформы оцифровки данных.** Это позволит централизованно аккумулировать, очищать и связывать показатели, радикально экономя время и силы отдельных субъектов. В текущих проектах до 80% всех усилий и IT-бюджета затрачивается на ручную подготовку данных. Платформа снимет это бремя с реального сектора.

**Адаптация международных стандартов качества к национальным условиям.** Потребуется ускоренная разработка национальных стандартов на основе адаптации ISO 8000 (Качество данных) и ISO 25012 (Модели качества данных) с введением четких критериев, метрик и индикаторов, применимых для белорусских организаций.

**Интеграция потребительских и производственных экосистем данных.** Перспективным направлением является объединение данных о внешних по отношению к цепочкам создания стоимости связях, которые предприятие не контролирует напрямую (рыночные платформы, отзывы потребителей), с его внутренними данными по созданию стоимости (ERP- и MES-системы).

**Развитие Центра систем идентификации как базовой структуры инженерии данных.** Представляется целесообразным рассмотреть научно-инженерный потенциал учреждения по стандартизации данных в качестве опорного института по инженерии качественных данных и аудиту информационных систем в Республике Беларусь.

**Повышение уровня цифровой культуры.** Необходимо внедрение обязательных программ обучения и оценки уровня грамотности в области ИИ и работы с данными для руководителей предприятий и ведомств. Требуется создание специализированных образовательных программ в вузах для подготовки сертифицированных специалистов по аудиту и обеспечению качества данных.

Переход от стихийной экономики данных к регулируемой экономике индустрии данных – это объективная эволюция от простого сбора, хранения и учета информации к ее системной промышленной переработке. Данные превращаются из пассивного актива в конвейерный продукт, где создаются специализированные технологии, жесткие стандарты, новые рабочие места и коммерческие решения.

Для нашей страны критически важно использовать передовой опыт КНР по созданию национальной индустрии данных, организовав междисциплинарные исследования этой проблемы в академической научной среде и осуществив практические мероприятия по межотраслевому сотрудничеству в производстве и циркуляции качественной информации с учетом специфики национальной экономической модели. Это позволит повысить результативность использования IT-инфраструктуры и обеспечить более обоснованные, точные и эффективные решения на всех уровнях управления государством и бизнесом в ходе реализации госпрограммы «Цифровая Беларусь».

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**


1. Gartner. Data Quality: Why It Matters and How to Achieve It // https://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-to-improve-your-data-quality.
2. Redman T.C. Bad Data Costs the U.S. $3 Trillion Per Year // https://hbr.org/2016/09/bad-data-costs-the-u-s-3-trillion-per-year.
3. A compounding threat: The true cost of poor data quality // https://www.ibm.com/think/insights/cost-of-poor-data-quality.
4. 6 Hidden Costs of Disconnected Business Data // https://www.emite.com/6-hidden-costs-of-disconnected-business-data/.
5. Bansal M. Flying Blind: How Bad Data Undermines Business // https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2021/10/14/lying-blind-how-bad-data-undermines-business.
6. Data Generated Per Day: Information Growth Statistics //www.explodingtopics.com/blog/data-generated-per-day.
7. Impact of Poor Data Quality on Enterprise Automation // https://agiledata.io.
8. DAMA-DMBOK: свод знаний по управлению данными / пер. с англ. Г. Агафонова. – М., 2020.
9. Когда количество не переходит в качество: почему большие данные требуют обеспечения Data Quality // https://bigdataschool.ru/blog/data-quality-processes-and-tools.
10. Hidden Costs of Disconnected Business Data // https://www.emite.com/6-hidden-costs-of-disconnected-business-data.
11. China's Approach to Data and AI Is Changing. Here's What That Means // https://www.weforum.org/stories/geographies-in-depth/chinas-data-and-ai-approach-is-changing-heres-what-that-means.
12. Measuring the Data Center Boom: Facts and Statistics (2026) // https://programs.com/resources/data-center-statistics.
13. Where $31.6 Trillion of Capex Flows in the Era-Defining AI Build-Out // https://www.pwc.com/gx/en/services/consulting/technology/data-centre-outlook.html.
14. Доклад об обследовании национальных ресурсов данных (2024 год) https://www.nda.gov.cn/sjj/zhuanti/sjzydc/bgfb/0904/20250429190723758925417_pc.html.
15. Subramaniam M. The Four Tiers of Digital Transformation // https://sloanreview.mit.edu.
16. Srinivasan A. Creating a Culture of Quality // https://hbr.org/2014/04/creating-a-culture-of-quality.
17. Дравица В.И. Факторы качества и культуры данных для повышения эффективности цифровой трансформации на макро- и микроуровне / В.И. Дравица, И.А. Карачун, Б.Н. Паньшин // Материалы научно-практических исследований. – Минск, 2024. – С. 1–15.